TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 105-Novembro-1939

"LUSALITE"

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

fibro-cimento nacional

EM

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.DA

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 3948 — 2 8941 **LISBOA** Telegramas: Lusalite

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
105
Novembro — 1939

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
MANUEL DUARTE GASPAR
ADMINISTRADOR
CARLOS KRUS ABECASIS
BIBLIOTECÁRIO
NUNO ABRANTES
CORPO REDACTORIAL
SEBASTIÃO MURTEIRA
FRANCISCO MARQUES MAIA
VASCO MENDES DE SOUSA

NÚMERO AVULSO..... 5$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	12$00	23$00	44$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	30$00	55$00
Estrangeiro...	—	40$00	70$00

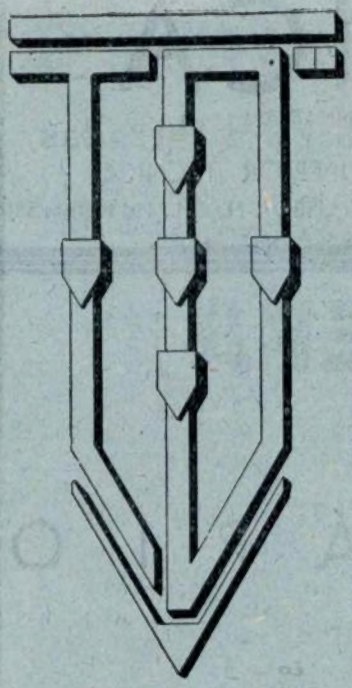
EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — As obras do novo molhe do pôrto do Funchal, em Março de 1939

		Págs
Relatividade, Ondas e Corpúsculos	Prof. António da Silveira	429
Algumas palavras sôbre a História da Acústica	Eng. Civil (U. P.) Visconde de Almeida Garrett	439
Ante-projecto da Central Eléctrica e rêde de distribuïção da Cidade da Beira	Eng. Eletr. (I. S. T.) Sérgio Medeiros	444
Medição de caudais por meio do Canal Venturi ou medidor de caudal por meio de ressalto	Eng. Civil (I. S. T.) A. Abecasis Manzanares	458
Vida Escolar e Associativa		463
Do Mundo Técnico		467
Notas bibliográficas		468
Publicações recebidas		469



FUNDAÇÕES GARANTIDAS

Um processo especial para cada caso

Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

Projecto e execução de tôdas as fundações de responsabilidade feitas ùltimamente em Lisboa

Consolidações do solo

Captações de águas

Sondagens geológicas

EMPRÊSA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES, L.DA

Rua Augusta, 280, 3.º e 4.º — LISBOA

Publicações da TÉCNICA

Modernas Concepções da Mecânica
Prof. MIRA FERNANDES

Viga de Comprimento finito assente sôbre terreno elástico
Prof. G. MAGNEL

Tabelas de Resistência de Materiais
Prof. VICENTE FERREIRA

Ábacos para o Cálculo de Betão Armado
Eng. VASCO COSTA

Regulamento do Betão Armado
(1929)

Regulamento de Pontes Metálicas
(1935)

A venda na redacção da TÉCNICA

EMULSÕES
de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 20879
Telegramas: Epalda — LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

Standard Electrica

RECTIFICADORES DE SELÉNIO

Rectificadores secos de tôdas as voltagens e amperagens, para tôdas as aplicações. São anti-parasitários e de duração ilimitada. Absolutamente silenciosos, não têm partes móveis e não carecem de qualquer assistência. Ocupam um espaço muito reduzido sendo a sua eficiência superior à dos outros tipos de rectificadores existentes.

PEDIDOS E ESCLARECIMENTOS A:

STANDARD ELECTRICA
PRAÇA DOS RESTAURADORES, 47, 1.º — LISBOA

União Eléctrica Portugueza, S. A.

SEDE SOCIAL

Rua Duque de Loulé, 240 — PORTO

CAPITAL { Acções..... 40:000 contos
Obrigações 30:500 contos

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { Hidráulica..... 40:000 HP
Térmica ..... 20:000 HP

Potência já contratada 20:000 HP
Potência disponível... 22:000 HP

Extensão total das linhas em exploração: 1:000 quilómetros

A **U. E. P.** tem as melhores tarifas e concede as maiores facilidades para electrificação de fábricas e para abastecimento de rêdes de distribuïção nos Distritos de: **Viana do Castelo, Braga, Pôrto, Aveiro, Coimbra, Vizeu e Leiria.**

Consultai a U. E. P.

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.

Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

Barricas de 180 kilos

Sacos de juta de 50 kilos

Sacos de papel de 50 kilos

Sede: Rua do Caes de Santarem, 64, 1.º — LISBOA
Filial do Norte: Rua Formosa, 297, 1.º — PORTO

AGÊNCIAS EM TODO O PAÍS

TÉCNICA

MANUEL DUARTE GASPAR
DIRECTOR

ANO XIV - N.º 105 NOVEMBRO 1939

RELATIVIDADE, ONDAS E CORPÚSCULOS

PELO PROF. ANTÓNIO DA SILVEIRA

Conferência realizada no Instituto Português de Oncologia.

O desenvolvimento da Física teórica contemporânea foi caracterizado pela aparição de duas grandes teorias: a Teoria da *relatividade* e a Teoria dos *quanta*.

Ambas estas teorias devem a sua origem à verificação de certos desacordos entre as teorias anteriores e os factos experimentais.

O desenvolvimento da Teoria da relatividade fêz-se em duas grandes «étapes»: a da Relatividade restrita (1905-1912) e a da Relatividade generalizada, cujos resultados essenciais só foram obtidos em fins de 1915.

Sabem qual foi o desacôrdo que conduziu à Teoria da relatividade restrita, — foi a impossibilidade de pôr em evidência o movimento absoluto da Terra em relação ao *éter*.

Vejamos se consigo explicar claramente como as coisas se passaram:

Segundo a Mecânica clássica, a observação dum fenómeno puramente mecânico não permite a um físico, encerrado no seu laboratório, reconhecer se se encontra em repouso em relação às estrêlas fixas ou em movimento de translação uniforme em relação a essas estrêlas.

Se se passa, porém, do quadro dos fenómenos puramente mecânicos, ao quadro dos fenómenos ópticos e electro-magnéticos, já não deve ser o mesmo, dizia-se; e porquê? Pela razão que vou explicar.

Desde o tempo de FRESNEL, admitia-se que a propagação de uma onda luminosa através do espaço era um fenómeno perfeitamente análogo à propagação duma perturbação sonora através dum corpo elástico, e parecia então inconcebível aos físicos que as perturbações luminosas não tivessem também por suporte, como as perturbações sonoras, um certo meio. Simplesmente, como êste meio escapava completamente aos seus sentidos, como devia preencher todo o espaço, permitir o movimento indefinido dos corpos celestes sôbre as suas órbitas, e portanto deixar-se penetrar sem resistência pela matéria, forçoso parecia deverem considerá-lo como um meio infinitamente subtil, como um fluido perfeito.

Forjou-se assim o conceito de *éter*, meio infinitamente subtil, dotado de propriedades muito bizarras e em tudo diferentes das dos meios materiais conhecidos. Com efeito, quando as experiências de polarização demonstraram que as vibrações transmitidas pelo *éter* são puramente

transversais, foi necessário admitir que se tratava não de um gás, nem de um líquido, mas de um sólido perfeito.

A-pesar-da bizarria destas concepções, quando a teoria dos fenómenos electro-magnéticos se desenvolveu e tomou com os trabalhos de MAXWEL e de HERTZ a extensão que todos conhecem, os físicos foram igualmente levados a pensar que os campos eléctrico e magnético que se propagam através do espaço tinham também por suporte um certo meio, e, como uma onda luminosa é uma onda electro-magnética, admitiram naturalmente que o suporte das ondas electro-magnéticas era o suporte das ondas luminosas, quere dizer: o *éter*.

Infelizmente esta concepção do *éter* veio esbarrar com tôda a espécie de dificuldades e as numerosas tentativas que se fizeram, em particular por LORD KELVIN, para explicar a sua natureza e para precisar a sua estrutura, conduziram tôdas elas a resultados pouco satisfatórios.

Pouco a pouco então, mas sempre com um certo acanhamento, os físicos foram renunciando a essa espécie de dever que se lhes impunha de precisar a estrutura do *éter*, e acabaram finalmente por considerá-lo como um simples referencial, quere dizer como um meio de referência ideal suporte das ondas electro-magnéticas. Foi o ponto de vista em que se colocou LORENZ ao estruturar a sua teoria dos electrões.

Para LORENZ, o *éter* já não possuía nem massa nem elasticidade; o seu estado era definido ùnicamente pelos valores dos campos eléctrico e magnético e pelas densidades de energia.

Mas, infelizmente, mesmo reduzido a êste modesto papel de referencial cinemático, o conceito do *éter* continuou a mostrar-se incómodo aos físicos e por fim inútil.

Com efeito, se existe um referencial previlegiado, um suporte dos fenómenos electro-magnéticos e ópticos, êstes fenómenos não se devem passar da mesma maneira para um observador imóvel em relação a êsse suporte e para um observador em movimento em relação a êle.

Ora, um físico encerrado no seu laboratório, já disse, e é um facto, não pode pôr em evidência, pelo estudo de fenómenos puramente mecânicos, o movimento de translação da Terra sôbre a sua órbita; mas, se existe um suporte das ondas electro-magnéticas, quere dizer, se o *éter* existe, então, pelo estudo de certos fenómenos ópticos ou electro-magnéticos, isso deve ser-lhe possível. Simplesmente a experiência, com uma obstinação verdadeiramente britânica, recusou-se sempre a colaborar com os físicos, mesmo com os físicos britânicos, para pôr em evidência o movimento absoluto da Terra em relação ao *éter*.

A célebre experiência de MICHELSON e outras análogas que deviam, segundo as teorias clássicas, dar um resultado positivo, pelo contrário, deram sempre um resultado negativo.

Mas, deixam-me dizer-lhes já que, na verdade, a experiência de MICHELSON foi apenas um pretexto, porque a necessidade da nova cinemática einsteiniana já se achava contida nas leis do electro-magnetismo de MAXWELL, HERTZ e LORENZ. Houve então várias tentativas de explicação, os pontífices da física procuraram compromissos, tais como a célebre contracção de FITZ-GERALD-LORENZ, tendentes a explicar o resultado negativo da experiência de MICHELSON no quadro das teorias existentes. Não foi possível; até que EINSTEIN veio cortar o nó górdio. EINSTEIN colocou-se no seguinte ponto de vista, dirigiu-se assim aos pontífices: não vale a pena obstinarem-se a procurar pôr em evidência o movimento absoluto da Terra em relação ao *éter*; não vale a pena obstinarem-se a procurar explicar o resultado negativo da experiência de MICHELSON no quadro das nossas teorias; isso é impossível. O resultado negativo da experiência de MICHELSON é perfeitamente natural, mas é impossível explicá-lo no quadro das nossas teorias, e, precisamente, eu vou elevar esta impossibilidade à categoria dum princípio. Foi assim que nasceu o princípio da Relatividade restrita.

Êste princípio pode enunciar-se da seguinte maneira:

Para dois observadores A e B, animados um em relação ao outro, dum movimento de translação uniforme, todos os fenómenos da natureza, tanto ópticos como electro-magnéticos como mecânicos, obedecem às mesmas leis, de sorte que nem A nem B pode pôr em evidência, por meio de observações feitas no interior do seu sistema, o seu movimento próprio de

translação, e, por conseguinte, cada um dêles tem igual direito de se considerar em repouso em relação ao outro.

Munido dêste princípio de Relatividade restrita, EINSTEIN, por uma penetrante análise dos processos usados pelos físicos para medir os comprimentos e os tempos, deduziu que as coordenadas de espaço e de tempo (x, y, z, t) utilizadas por cada um dos observadores, se acham relacionadas não pelas fórmulas de transformação, ditas fórmulas de GALILEU, que conservam invariáveis as equações da Mecânica clássica, mas por outras fórmulas de transformação, ditas fórmulas de LORENZ, um pouco mais complicadas que as de GALILEU, possuindo a propriedade mais importante ainda, de conservar invariáveis as equações de electro-magnetismo.

No caso mais simples de dois sistemas de referência $(O\ x, y, z)$ e $(O'\ x', y', z')$ semelhantemente orientados e em movimento relativo uniforme de velocidade v na direcção do eixo dos xx, as fórmulas de GALILEU são

$$x' = x - v\,t;\ y' = y,\ z' = z,\ t' = t,$$

se O e O' coïncidem na origem dos tempos.

Êste grupo é caracterizado:

1.º) Pela noção de *tempo absoluto* traduzido pela última fórmula $(t' = t)$. Esta fórmula exprime que o intervalo de tempo de dois acontecimentos distantes ou não no espaço é sempre medido (mediante o emprêgo das mesmas unidades) da mesma maneira, qualquer que seja o sistema de referência. Em particular, dois acontecimentos simultâneos $(t = o)$ para um grupo de observadores são simultâneos $(t' = o)$ para quaisquer outros em movimento em relação ao primeiro;

2.º) Pela noção de *espaço absoluto:* a forma dum corpo, definida pelo conjunto das posições simultâneas dos seus pontos se está em movimento, é a mesma para todos os sistemas de referência visto que a simultaneidade tem o mesmo sentido para todos.

Pelo contrário as fórmulas de transformação de LORENTZ são

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}\left(x - v\,t\right),\ y' = y,\ z' = z,\ t' = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}\left(t - \frac{v}{c^2}x\right),$$

onde $\beta = \frac{v}{c}$, c designando a velocidade da luz.

Êste grupo é caracterizado:

1.º) Pelo *carácter relativo do tempo:* dois acontecimentos simultâneos para um sistema de referência $(t = o)$ não o serão em geral para outro se se passam em lugares diferentes $(x' \neq o)$.

2.º) Pelo *carácter relativo do espaço:* como as posições simultâneas dos diferentes pontos materiais dum mesmo corpo não são definidas da mesma maneira pelos diferentes grupos de observadores, o corpo não terá a mesma forma para todos. Em particular, o corpo parecerá tanto mais achatado na direcção do movimento (contracção de LORENZ) quanto mais rápido fôr o seu movimento em relação aos observadores.

Cada observador tem, portanto, o seu tempo próprio, cada sistema de referência tem o seu tempo próprio.

Êste facto de que as equações do electro-magnetismo contém implícita a noção de tempo relativo e por conseqüência uma contradição entre a Mecânica newtoniana e a Teoria electro-magnética, passou completamente despercebido até LORENZ e EINSTEIN.

A experiência de MICHELSON foi, como disse há pouco, o acidente que veiu revelar o conflito profundo que havia nas ideias, porque teria sido possível pôr estas contradições em evidência dum ponto de vista puramente teórico, independentemente de qualquer experiência.

As leis da Mecânica clássica são, com efeito, idênticas para todos os observadores em movimento de translação uniforme, uns em relação aos outros, o que se traduz pelo facto que

apontei que as equações se conservam, quando se aplica a transformação de GALILEU. Pelo contrário, LORENTZ observou que as equações do Electro-magnetismo se conservam numa mudança de variáveis diferente (grupo de LORENTZ). Êste simples facto bastaria para condenar *à priori* tôdas as possibilidades de explicação mecânica do Electro-magnetismo. E como as equações do Electro-magnetismo são verificadas com uma precisão nìtidamente superior às da Mecânica, esta última devia ser abandonada.

O grande mérito de EINSTEIN está em ter mostrado que a conciliação dos dois pontos de vista exigia o abandono da noção do tempo absoluto.

O desenvolvimento da teoria da Relatividade restrita terminou por uma espécie de fusão íntima do espaço e do tempo, simbolizado por um *continuum* a quatro dimensões que é o *Universo* ou o *Espaço-Tempo* de MINKOWSKY, e em tôdas as fórmulas relativistas as coordenadas de espaço e de tempo representam um papel muito simétrico.

Não se pode todavia dizer que essa simetria seja completa, porque é evidente que nenhuma teoria, nenhum raciocínio, poderá fazer desaparecer os factos fundamentais seguintes:

1.º — Enquanto que os variáveis de espaço (x, y, z,) podem variar indiferentemente num sentido ou noutro sôbre o seu eixo, o tempo escoa-se sempre no mesmo sentido.

2.º — As entidades físicas elementares, átomos, electrões, etc., persistem no decorrer do tempo, o que se traduz na escala macroscópica por uma persistência dos objectos materiais; donde resulta para o espaço-tempo uma espécie de «estrutura fibrosa» no sentido do tempo.

A esta nova definição do tempo, a esta nova cinemática, corresponde uma nova dinâmica na qual a massa duma partícula já não tem valor constante.

Do ponto de vista da Mecânica clássica, seja P uma partícula material em repouso e m_o a sua massa; se esta partícula material entra em movimento com a velocidade v, a quantidade de movimento da partícula será $m_o v$, m_o designando sempre o valor da massa em repouso.

Do ponto de vista da Mecânica relativística, a quantidade de movimento da partícula deve ser representada por

$$\frac{m_o}{\sqrt{1-\beta^2}}\,v\,,$$

sendo m_o a massa da partícula em repouso, e $\beta = \frac{v}{c}$ a relação entre a velocidade da partícula e a velocidade da luz.

Se desejamos portanto definir a quantidade de movimento como o produto da velocidade pela massa, devemos admitir que esta massa

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

varia com a velocidade v. Esta expressão vai conduzir-nos a um resultado importante. Quando v tende para a velocidade da luz, $\beta = \frac{v}{c}$ tende para 1 e a massa m devém infinita (1). Como isto é absurdo, o físico conclue que a partícula não atingirá nunca a velocidade da luz. A velocidade da luz apresenta-se portanto, na Teoria da relatividade, como um limite que a velocidade da matéria não pode exceder, nem mesmo atingir. Naturalmente esta nova dinâmica só apresentará desvios apreciáveis em relação à antiga, se β tiver um valor apreciável em relação

(1) Veja «Estrutura da Luz — Hipótese dos quanta — Métodos de estatística», na revista «Técnica», de Abril de 1938.

à unidade, se fôr por exemplo, da ordem de um milésimo. É o caso dos electrões em movimento no interior dos átomos. Para o átomo hidrogénio temos com efeito

r_0 (raio da 1.ª órbita de Bohr) $= 5 \times 10^{-9}$ cm,
ω (velocidade angular do electrão) $= 2 \times 10^{-16}$ seg^{-1},
v (velocidade tangencial) $= 1{,}2 \times 10^{8}$ cm seg^{-1},
de sorte que

$$\beta = \frac{v}{c} = 4 \times 10^{-3}$$

Os progressos da espectroscopia vieram confirmar a necessidade de empregar esta nova dinâmica com os átomos.

Ao lado da variabilidade da massa com a velocidade, a dinâmica relativista apresenta um outro aspecto fundamental, que é o da inércia da energia.

Vejamos se consigo também fazer compreender êste novo conceito:

Do ponto de vista da dinâmica newtoniana a massa, como sabem, era sinónima de quantidade de matéria e havia um princípio da conservação da massa; por outro lado, a energia que era susceptível, todavia, de se transformar, ficava também constante para um sistema isolado. A antiga mecânica admitia portanto um princípio da conservação da massa e um princípio da conservação da energia distintos. A Mecânica relativística é, no fundo, mais simples: substitue êstes dois princípios por um princípio único, afirmando que massa e energia são duas estilizações diferentes da mesma realidade; a massa dum corpo é uma manifestação da sua energia; a energia interna dum corpo é proporcional à sua massa; um corpo de massa m, possue uma energia E,

$$E = m\,c^2$$

c designando sempre a velocidade da luz.

Esta inércia da energia dá-nos a chave das variações da massa com a velocidade. O excesso da energia total dum corpo em movimento sôbre a energia total dêste mesmo corpo em repouso representa a energia cinética dêste corpo em movimento; o excesso da massa dum corpo em movimento sôbre a massa dêste mesmo corpo em repouso representa a massa da energia cinética dêste corpo em movimento. Como a energia em repouso é $m_0 c^2$, a energia cinética será:

$$\frac{m_0\,c^2}{\sqrt{1-\beta^2}} - m_0\,c^2 = \frac{1}{2}\,m_0\,v^2$$

para pequenas velocidades. Esta relação muito simples entre a massa e a energia total dum corpo teve conseqüências verdadeiramente notáveis. Muitos factos conhecidos se interpretam por esta relação. Por exemplo os pesos atómicos são, como sabem, sensivelmente múltiplos inteiros dos do hidrogénio. Se se admite a unidade da matéria assim sugerida, quere dizer, se se consideram os átomos formados dum conjunto de átomos hidrogénio, os pesos atómicos devem ser, se se admite a conservação da massa, todos rigorosamente múltiplos inteiros do do hidrogénio.

Por exemplo o hélio, cujo átomo é formado de 4 átomos de hidrogénio, tem uma massa inferior à soma das massas dos átomos de hidrogénio que lhe deram origem. A diferença é de $\frac{1}{125}$. Não era possível compreeder a razão dêstes desvios pequenos mas certos que indicavam as medições. A Relatividade deu uma explicação imediata. Langevin mostrou que a diferença

se interpreta pela perda de energia sob a forma de radiamento no momento da formação do átomo de hélio, à custa dos 4 átomos de hidrogénio.

Sôbre a origem das estrêlas, forjou-se ainda uma concepção que admite que a matéria pode desaparecer completamente, transformando-se em luz. Inversamente é verosímil que a génese da matéria se faça pelo processo inverso. Nas estrêlas assiste-se portanto à morte da matéria, e podemos compreender que uma estrêla se estiole e morra perdendo até, digamos, 99 % da sua massa.

Cada vez que o Sol perde uma energia E, perde uma massa m : $m = \frac{E}{c^2}$. Pode-se medir a energia que a Terra recebe do Sol por segundo e calcular em seguida a energia total que o Sol envia em tôrno de si próprio por segundo; obtém-se aproximadamente $5{,}5 \times 10^{33}$ ergs por segundo.

A perda da massa correspondente é

$$\frac{5{,}5 \times 10^{33}}{9 \times 10^{20}} = 6 \times 10^{12} = 6 \times 10^{6} \text{ toneladas por segundo.}$$

O Sol perde por segundo seis milhões de toneladas da sua massa. Capela perde 100 vezes mais.

Nestas condições concebe-se o que possa ser a evolução das estrêlas e chegar mesmo a um valor do tempo durante o qual ela se prossegue.

A taxa actual, desde o momento em que o raio do Sol era igual ao da órbita terrestre, seria até os nossos dias de 20 milhões de anos. O facto de admitir que a energia total dum pedaço de matéria é definida pela sua massa e por conseqüência limitada, aumenta de facto as possibilidades, em vez de as restringir. E se admitimos, como é assegurado pelo estudo da evolução das estrêlas, que a matéria pode desaparecer, transformando-se por mecanismo que desconhecemos em energia radiada, em luz, a duração do radiamento do Sol poderá ser ainda de 1.500 biliões de anos. Isto dá-nos uma certa consolação e descanso...

Os sucessos da Relatividade restrita foram particularmente brilhantes com a concepção da inércia da energia, mas EINSTEIN quis torná-la mais geral e interpretar não sòmente o Electro-magnetismo e a Mecânica, mas também as acções de gravitação.

EINSTEIN quis compreender, porque não é um militar, a proporcionalidade misteriosa entre a acção da gravitação e a massa da inércia. E conseguiu-o, mas abandonando a concepção euclidiana do espaço, quere dizer, violando o regulamento. Para fazer compreender a conclusão a que chegou EINSTEIN, coloquemo-nos primeiro no ponto de vista da Mecânica newtoniana.

Sabem que há um princípio, dito *princípio da inércia* segundo o qual um corpo que não fôsse actuado por nenhuma fôrça permaneceria indefinidamente em repouso ou em movimento de translação rectilíneo e uniforme. Para modificar o seu movimento seria necessário exercer uma fôrça. Assim a Terra se não fôsse actuada por nenhuma fôrça teria no espaço um movimento rectilíneo e uniforme. Se, portanto, a terra descreve uma elipse em tôrno do Sol, de que êle ocupa um dos focos, é porque o Sol a atrai, exercendo sôbre ela uma fôrça que modifica o seu movimento.

Pois bem, a conclusão a que chegou EINSTEIN foi esta: se a Terra gravita em tôrno do sol, não é porque o Sol atrai a Terra e modifica o seu movimento, é porque *as propriedades do espaço do qual se move a Terra e que são determinadas pelo que êste espaço contém, são tais que a Terra deve descrever uma elipse.* Estas propriedades constituem, como dizem os físicos, um campo, o campo de gravitação. A presença da matéria gera um campo, quere dizer, deforma o espaço em relação ao que êste espaço seria a grande distância da matéria. Para representarmos isto por uma imagem, o espaço a grande distância de tôda a massa pode ser considerado como euclidiano e assemelhado a um plano. Uma bola de bilhar lançada sôbre êste plano vai rolar em linha recta; para a desviar da sua trajectória rectilínea é necessário exercer uma fôrça. Mas,

em presença do Sol, o espaço deixa de ser euclidiano; é um espaço deformado, um espaço encurvado. O plano transforma-se numa cuveta e a bola de bilhar, uma vez lançada, entra na cuveta, e, em virtude da sua forma especial, descreve uma elipse.

E o que é feito da lei da gravitação?! A lei da gravitação é simplesmente a lei de inércia neste espaço deformado.

Esta concepção conduziu a conclusões que foram verificadas experimentalmente: Em primeiro lugar, a lei de gravitação que já não é a lei de NEWTON, conduz a leis do movimento que já não são as leis de KEPPLER. Prevê-se um movimento de perihélio das órbitas, em particular do perihélio de Mercúrio de 43 segundos por século. Isto foi verificado exactamente por observações astronómicas.

Em segundo lugar, a luz que, como a matéria, é uma forma de energia, será também desviada dentro daquela cuveta. Um raio luminoso vindo duma estrêla e passando no espaço encurvado na vizinhança do sol será desviado. A posição aparente duma estrêla será modificada pela vizinhança do Sol. Esta previsão foi verificada também pelas observações durante os eclipses.

Presentemente, encontramo-nos nas aplicações dos resultados da Relatividade sôbre um terreno extremamente sólido, e não há capítulo de Física onde se não seja obrigado a empregar e utilizar a Relatividade. Mas há mais, não sòmente a Relatividade generalizada nos faz conceber as propriedades do espaço como determinadas pela matéria que nêle se encontra, mas a teoria cosmogónica que a prolonga faz-nos conceber o espaço como sendo gerado pela própria matéria presente. É necessário também abandonar a ideia de espaço infinito. O espaço não é infinito, o espaço é fechado como o é, a duas dimensões, a superfície duma esfera. Isto dá-nos uma certa satisfação; a mesma que sentimos quando nos encontramos na nossa casa.

Voltemos à imagem do plano e da cuveta para representar o espaço euclídeano e o espaço encurvado pela presença da matéria. Se a cuveta devém uma esfera, o espaço não-euclidiano devém finito. Os geómetras sabem o que é, a três dimensões o equivalente duma esfera: é um espaço de RIEMANN, uma hiper-esfera.

Se nos deslocarmos *em linha recta* sôbre uma esfera, percorremos um círculo máximo e voltamos ao ponto de partida; da mesma forma, no nosso espaço fechado, se nos deslocarmos em linha recta voltamos ao ponto de partida. Foi criando a matéria que se criou o espaço, e as suas dimensões são determinadas pela quantidade de matéria que êle contém.

O raio de curvatura do nosso espaço é enorme, e pode ser calculado segundo a teoria de EINSTEIN.

Obtém-se um valor entre

$$10^8 \text{ e } 10^9 \text{ anos de luz,}$$

valendo um ano de luz 10^{13} quilómetros.

Segundo os cálculos, um fotão gastaria portanto alguns biliões de anos a dar a volta completa.

Não temos portanto muito que recear a asfixia nêste Universo de EINSTEIN.

Enquanto a experiência constrangia os físicos a admitir a Relatividade, levava-os quási simultâneamente a fazer nas suas concepções anteriores uma modificação mais profunda ainda, levava-os a introduzir a noção do *quantum*.

Não posso fazer aqui a história das dificuldades que se apresentaram para interpretar os fenómenos que interessam simultâneamente a matéria e o radiamento, e que conduziram à Teoria dos quanta. Para se compreenderem as trocas de energia entre a matéria e a luz (o têrmo luz sendo tomado no sentido mais lato desde as ondas hertzianas até aos raios γ,) num recinto em equilíbrio de temperatura, para compreender ainda a espectroscopia, foi necessário modificar profundamente as nossas concepções.

A origem da teoria dos quanta encontra-se nos estudos da repartição da energia pelas diferentes freqüências no radiamento em equilíbrio térmico, quere dizer, do radiamento que, por exemplo, sai duma abertura praticada na parêde dum forno. O seu primeiro desenvolvimento fêz-se de 1900 a 1916 e efectuou-se duma maneira completamente independente das ideias da Relatividade. Mas, já em 1905, EINSTEIN, com 25 anos, ao lançar as bases da sua Teoria da Relatividade, teve uma outra intuição tão genial como a primeira, teve a intuição de que a existência de certos fenómenos de inter-acção da matéria e do radiamento, precisamente os fenómenos foto-eléctricos implicavam uma estrutura granular da energia luminosa. Tudo se passava nestes fenómenos como se a energia duma onda luminosa de freqüência ν se achasse concentrada em grãos de energia de valor $E = h\nu$, h designando uma constante universal chamada hoje constante de PLANCK. Ora, sempre que se trata de luz, quere dizer duma forma de energia que se propaga no vácuo com velocidade c, é de esperar que intervenha a Relatividade, e esta intervenção manifesta-se aqui da seguinte maneira:

Do ponto de vista da Mecânica de NEWTON, quando uma partícula da massa m possui uma velocidade v, possui uma energia cinética $E = \frac{1}{2} mv^2$ e uma quantidade de movimento $p = mv = \frac{2E}{v}$. Se aplicarmos esta mecânica às partículas de luz, obtemos $p = \frac{2E}{c} = \frac{2h\nu}{c}$, em virtude da relação $E = h\nu$, enquanto que a experiência (fenómenos de pressão de radiação) conduz ao valor $p = \frac{E}{c}$.

Simplesmente, quando se trata de partículas animadas, duma velocidade igual à velocidade da luz, sabemos que já não nos pode servir a mecânica de NEWTON; só a mecânica relativística deve conduzir a um valor exacto. E conduz efectivamente, pois

$$p = mv = \frac{E}{c^2} v \quad ,$$

e se v tende para $(v = c)$ temos

$$p = \frac{E}{c} = \frac{hv}{c} \quad .$$

Mas simultâneamente a energia cinética da partícula de luz

$$m_o c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} - 1 \right)$$

aumenta indefinidamente em relação à sua energia em repouso, $(m_o c^2)$ de sorte que para conservar ao *quantum de luz* uma energia finita $E = h\nu$, é necessário considerar nula a sua massa em repouso, na medida em que isto tenha uma significação física. A grande dificuldade com que se topa aqui é a da representação do corpúsculo de luz, mas uma série de considerações que passo em claro conduzem efectivamente a pôr para o fotão $m_o = 0$. Na Mecânica newtoniana $m_o = 0$ não tem significação nenhuma; na Mecânica relativística $m_o = 0$ representará portanto os corpúsculos de luz. Assim, com a nova teoria corpuscular da luz (Teoria dos quanta de luz ou Teoria dos fotões) Relatividade e Quanta encontraram-se pela primeira vez; o *quantum* de acção encontrava a sua expressão no valor $h\nu$ atribuído à energia de gota de luz e a Relatividade intervinha para impôr à sua quantidade de movimento o valor $\frac{h\nu}{c}$.

Em 1916, deu-se novo encontro, quando SOMMERFELD construiu a sua teoria da estrutura fina do espectro do hidrogénio e dos dobletes regulares dos Raios X. Numa primeira impressão, a teoria teve um grande sucesso. Mas, infelizmente, o exame da teoria de SOMMERFELD mostrou-a pouca satisfatória. A teoria previa, efectivamente, a estrutura fina dos raios X, mas não a colo-

cava na sua posição rial. Foi preciso esperar doze anos pela teoria do electrão-magnético de DIRAC para vermos as coisas postas no seu lugar.

Um outro acontecimento importante na história da Física teórica contemporânea, foi a aparição da Nova mecânica. Esta aparição deu-se simultâneamente sob duas formas diferentes: Mecânica quântica de EISENBERG, BORN e JORDAN, e Mecânica ondulatória de LOUIS DE BROGLIE e SCHRÖDINGER. Mas, enquanto que a Mecânica quântica teve desde o início um carácter nìtidamente não relativístico, a Mecânica ondulatória assenta em considerações baseadas sôbre a Relatividade, porque o paralelismo entre o movimento dum corpúsculo e a propagação duma onda, sôbre o qual repousa a Mecânica ondulatória, foi precisado por LOUIS DE BROGLIE, apoiando-se sôbre as fórmulas de transformação de LORENTZ.

DE BROGLIE começou por considerar o caso mais simples, o dum corpúsculo isolado, por exemplo dum electrão subtraído a tôda acção exterior. Pretendia associar uma onda ao corpúsculo e, então, começou por considerar um sistema de referência $O\ x, y, z,$ no qual o corpúsculo se achasse imóvel; é o sistema próprio do corpúsculo no sentido da Teoria da Relatividade. Neste *sistema a onda será estacionária,* visto que o corpúsculo se acha imóvel; a sua fase terá o mesmo valor em todos os pontos e poderá ser representado por uma fórmula dêste tipo

$$sen\ 2\pi v_o t_o$$

t_o sendo o tempo próprio do corpúsculo. Em virtude do princípio da inércia, em todo o sistema de GALILEU, o corpúsculo terá um movimento rectilíneo e uniforme. Consideremos um tal sistema de GALILEU e seja v a velocidade do corpúsculo neste sistema; claro que não diminuímos a generalidade do resultado tomando a direcção do movimento para eixo do $x\ x$. O tempo t dum observador dêste novo sistema será dado pela quarta fórmula da transformação de LORENTZ:

$$t_o = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}\left(t - \frac{v\,x}{c^2}\right),$$

e, por conseguinte, para êste observador, a fase da onda será dada por:

$$sen\ 2\pi \frac{v_o}{\sqrt{1-\beta^2}}\left(t - \frac{v\,x}{c^2}\right).$$

Para êste observador a onda terá portanto uma freqüência

$$\nu = \frac{\nu_o}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

e propagar-se-á no sentido do eixo do x com uma velocidade de fase

$$\nu = \frac{c^2}{v}.$$

Como a proporcionalidade entre a energia e a freqüência é uma das relações mais características da Teoria dos quanta e como além disto a freqüência e a energia se transformam da mesma maneira quando se muda de sistema de referência de GALILEU, LOUIS DE BROGLIE admitiu naturalmente na sua teoria a relação

$$E = h\nu.$$

Esta relação será válida ainda no sistema do corpúsculo, e como neste sistema a energia do corpúsculo se reduz à sua energia interna $m_o\ c^2$, tem-se

$$h\nu_o = m_o\ c^2.$$

A quantidade de movimento será

$$p = \frac{m_o}{\sqrt{1-\beta^2}}\, v = \frac{E}{c^2}\, v \text{ , ou } p = \frac{h\nu}{v} = \frac{h}{\lambda}$$

designando por λ o comprimento da onda, isto é, a distância de duas cristas consecutivas da onda. Portanto

$$\lambda = \frac{h}{p} \text{ ,}$$

que é a *relação fundamental da teoria.*

Com electrões que não sejam muito rápidos, pode-se pôr:

$$\lambda = \frac{h}{m_o\, v} \text{ .}$$

Ora, sabem que pràticamente se podem obter electrões da mesma velocidade fazendo-lhes sofrer uma queda de potencial Φ tal que

$$\text{e } \Phi = \frac{1}{2}\, m_o\, v^2 \text{ ;}$$

por conseguinte

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\, m_o\, \text{e}\, \Phi}} = \frac{12{,}24}{\sqrt{\Phi}} \times 10^{-8} \text{ cm.}$$

Obtêm-se para $\Phi = 10$ volts $\lambda = 4 \times 10^{-8}$ cm $= 4$ A, que é a ordem de grandeza do comprimento de onda dos raios X.

Era portanto de esperar que estas ondas de DE BROGLIE, se existem, fôssem difractadas pelos cristais segundo um mecanismo análogo ao de VON LAUE.

A experiência, que julga superiormente as teorias, veiu mostrar que o fenómeno de difracção dos electrões pelos cristais existe rialmente e que segue exactamente e quantativamente as leis da Mecânica ondulatória.

Êste trabalho foi feito pela primeira vez por DAVISON e GERMER na América.

Parece-me que a melhor maneira de terminar esta conferência consistirá em lhes ler uma passagem de LOUIS DE BROGLIE [1].

«Ainsi donc, pour décrire les propriétés de la matière aussi bien que celles de la lumière, «il faut parler tout à la fois d'ondes et de corpuscules. L'électron ne peut plus être conçu comme «un simple petit granule d'électricité; il faut lui associer une onde et cette onde n'est pas un «mythe; on peut en mesurer la longueur d'onde et en prévoir les interférences. Toute une classe «de phénomènes a pu ainsi être prévue avant d'être effectivement découverte. Et c'est sur cette «idée de la dualité des ondes et des corpuscules dans la nature, exprimée sous une forme plus «ou moins abstraite, qu'a été fondé tout le développement récent de la Physique théorique et «que semble devoir être fondé tout le developpement prochain de cette science.»

Resta-me agradecer ao Prof. Dr. FRANCISCO GENTIL a honra que me deu convidando-me a vir aqui fazer uma conferência, a vir aqui colaborar na comemoração das descobertas das ondas electro-magnéticas, dos raios X, do electrão e do rádio, e a todos os ouvintes a atenção que me prestaram.

(1) LOUIS DE BROGLIE, *Matière et Lumière.*

Algumas palavras sôbre a História da Acústica

PELO ENGENHEIRO CIVIL (U. P.) VISCONDE DE ALMEIDA GARRETT

O culto dos maiores é fonte sacrossanta de novas virtudes e novas energias.

.....

Êles são os maiores, *os mortos sublimes cuja memória deve pairar sempre.*

ENG. VISCONDE DE ALMEIDA GARRETT
Professor do I. S. T.
FALECIDO EM 26-IX-929

A história é, no dizer escultural de Cícero, a testemunha do tempo, a luz da verdade e a escola da vida. Um quadro histórico dos progressos do espírito do homem, qualquer que seja o objecto particular de que se ocupe, sendo formado pela observação sucessiva das sociedades humanas, deve ser, como disse Condorcet, o espêlho da variação constante que elas vão sofrendo e mostrar a influência de cada instante que passou sôbre o instante que se lhe seguiu.

A humanidade renova-se sem cessar, através dos séculos sem fim.

A uns, outros aperfeiçoamentos se seguem. E assim se vêm criando, um após outro, os diversos ramos da ciência, assim têm vindo novas descobertas e novas aplicações. Adaptando-se às necessidades crescentes da humanidade, pode dizer-se que a história de qualquer ramo da ciência representa a do povo que das suas aplicações se aproveitou ou aproveita.

Ir buscar ao passado os nomes dos que à ciência prestaram relevantes serviços, trazê-los à luz dos nossos dias, examinar-lhes detalhadamente a obra, estudando-lhe a influência sôbre aquêles que depois dêles vieram, é uma justiça e é uma necessidade.

É uma justiça porque os formidáveis processos de trabalho de que hoje dispomos, as comodidades que êles nos proporcionam, permitindo-nos realizar com pequeno esfôrço obras para as quais, noutras circunstâncias, seriam absolutamente impotentes os nossos pobres braços, não nasceram de um jacto, mas, bem pelo contrário, representam a acumulação de muitos e muitos esforços. E lembrá-los é prestar aos seus autores o preito de homenagem e de gratidão a que êles têm indiscutível direito.

Mas é uma necessidade também, pelo alto exemplo que representa sempre a vida de quem quer que fôsse que à ciência dedicou a fôrça dos seus braços ou o vigor da sua inteligência, as mais das vezes sem qualquer ideia de lucro ou benefício próprio, mas tam sòmente com as mira no bem superior da humanidade.

Quis eu, antes de entrar no estudo dos problemas da acústica, lembrar os nomes de alguns dos homens que a essa ciência trouxeram largos subsídios.

O estudo reservá-lo-ei para outros artigos.

Assim, desfilarei as figuras luminosas de Pithágoras, de Newton, de Galileu, de Euler, de Taylor, de d'Alembert, de Bacon e de Bernoulli. Vou lembrar os nomes, por tantos títulos ilustres, de Helmholtz, de Guericke, de Pedro Gassendi, de Chladni, dos Padres Kircher e Mersenne, de Daniel Colladon, de Sturm, de Regnault et de Sauveur. E tratando de acústica mal ficaria não citar nomes que à ciência e à indústria, ao mesmo tempo, trouxeram tanta glória, como Scott, Bell e Edison.

Possam a grandeza de todos estes nomes e a boa intenção com que à vossa memória venho

recordá-los, fazer-vos desculpar as minhas poucas fôrças para trabalho de maior vulto.

O precursor da ciência da acústica foi *Pythágoras,* com os seus estudos sôbre as relações entre a altura do som e o comprimento da corda vibrante.

Moralista e legislador, o seu nome está ligado a um corpo de doutrina e a um conjunto de instituïções célebres da Grécia antiga.

Com a sua teoria mística, que Philolaiis e Architas, seus discípulos, desenvolveram e Platão depois comentou, Pythágoras foi o primeiro que, no estudo de um fenómeno físico, fêz intervir a ideia dos números.

Vinte séculos depois aparece Bacon, que nasceu em 1214, foi aluno de Oxford e, pelas variadas aptidões do seu espírito, denominado «O Doutor Admirável».

Segue-se-lhe *Newton* que estabeleceu a teoria matemática da transmissão do som fundada sôbre a elasticidade dos meios.

Discípulo de Barrow, em Cambridge, descobria aos 18 anos a fórmula dos coeficientes do binómio que tem o seu nome.

Professor da Universidade, a sua personalidade afirmou-se por notabilíssimos trabalhos, sôbre a teoria das côres, a inflexão da luz, a atracção universal, a óptica, a quadratura das curvas, além daqueles sôbre transmissão do som a que há pouco me referi.

E a êste espírito de élite, sobejou ainda tempo para comentar o Apocalipse!...

Galileu, matemático, físico e astrónomo, era filho de um gentil-homem florentino, compositor e musicógrafo, cujo gôsto pela música o levou a compor uma partitura sôbre o episódio de Conde Ugelino, outra sôbre as Lamentações de Jeremias, e ainda alguns trabalhos sôbre a teoria musical.

Desde tam novo se revelou em Galileu o gôsto pela matemática que, aos 19 anos, descobria a teoria do pêndulo e, aos 25, regia uma cadeira na Universidade de Pádua.

A mecânica deve-lhe notabilíssimas descobertas e foi um dos mais ilustres obreiros da ciência da acústica.

A *Pedro Gassendi* se deve a explicação da acuïdade e da gravidade dos sons pela freqüência relativa das vibrações.

Gassendi foi de uma notável precocidade. Nascido em Paris em 1592, estudou primeiro em Digne, depois em Aix, doutorando-se em teologia em Avignon, em 1626. Aos 16 anos, foi-lhe dada uma cadeira de rectórica em Digne que não chegou a ocupar por ter querido dedicar-se à vida eclesiástica.

Em 1617, isto é, com 25 anos, foi professor da Universidade de Aix, onde permaneceu durante 5 anos, indo mais tarde reger uma cadeira de matemática no Colégio de França.

Além dos seus estudos sôbre acústica, deixou uma obra filosófica notável e numerosos trabalhos de astronomia e hidrografia.

Aparecem depois os *Padres Mersenne e Kircher.*

O *Padre Mersenne,* que viveu no fim do século 16 e princípios do 17, e foi, ao mesmo tempo, teólogo, matemático e filósofo, determinou a relação entre os números das vibrações das diversas notas de gama.

O *Padre Athanásio Kircher,* professor de filosofia e matemática em Wurtzbourg, Avignon e Roma, foi o primeiro que estabeleceu uma teoria explicando o *éco.*

Otto de Guericke, físico e astrónomo alemão do século XVII, construiu uma máquina pneumática e fêz com ela um grande numero de experiências, devendo-se-lhe a descoberta de que o som não se propaga no vácuo.

Vem depois *Daniel Bernoulli* que publicou nos Boletins da Academia de Berlim e da Academia de Ciências de Paris, notáveis trabalhos, entre os quais alguns sôbre a aplicação dos princípios da análise matemática à teoria das cordas vibrantes.

A família de Bernoulli marcou com tal brilho na história da ciência, que não deve passar sem especial menção.

Daniel era filho do célebre matemático João Bernoulli, irmão de outro, também notabilíssimo, Jacques, a quem se devem grandes aperfeiçoamentos no cálculo integral e diferencial, cujas bases Leibnitz tinha estabelecido poucos anos antes.

João Bernoulli pertenceu, como seu irmão, às academias de Paris, Londres, Berlim, e S. Petersburgo. Entre os seus discípulos, figura Euler.

Um primo co-irmão de Daniel Bernoulli, Nicolau, deixou, entre outros trabalhos, um estudo que serviu mais tarde de base à teoria

das condições de integrabilidade das funções diferenciais.

As obras sôbre calor, magnetismo e propagação da luz, de João Bernoulli, irmão de Daniel, trouxeram-lhe variados prémios das mais altas academias científicas.

Um outro João Bernoulli, filho dêste, era doutor em filosofia aos 13 anos e aos 19 era nomeado astrónomo da academia de Berlim. Deixou numerosas obras sôbre filosofia, astronomia e matemática.

O irmão dêste, Jacques, foi um físico notável.

Jerónimo Bernoulli, ainda da mesma família, dedicou-se com paixão à mineralogia.

Cristóvão Bernoulli foi ao mesmo tempo físico, naturalista, economista e tecnologista.

Seu irmão João Gustavo publicou um «vade-mecum de mecânico» de que foram tiradas numerosas edições.

Entre as famílias que na história da ciência mais têm marcado, pelo valor dos serviços a ela prestados pelos seus membros e pelo número dêstes, a família Bernoulli ocupa uma situação de invulgar destaque.

Numa escola como o I. S. T., cuja vida é inteiramente consagrada à ciência, mal ficaria não fazer disto especial menção.

Hermann Helmholtz, fisiologista alemão que foi sucessivamente médico, professor de anatomia e fisiologia nas Universidades de Koenigsberg, Bonn e Heidelberg e, por último, da cadeira de física da Universidade de Berlim, revolucionou a acústica com os seus trabalhos sôbre o timbre, e o papel dos *harmónicos* na formação das gamas, sendo notabilíssimos também, os seus estudos sôbre as sensações relativas à vista e ao ouvido. Os seus trabalhos «A teoria fisiológica da música fundada sôbre o estudo das sensações auditivas» e o «Mecanismo dos ossos do ouvido e da membrana do tímpano», são considerados como obras primas pelas pessoas que especialmente se dedicam a estes assuntos.

A estudos semelhantes se dedicou o matemático alemão *Koenig,* que foi discípulo de Bernoulli e de Wolf.

Vem depois o célebre matemático suíço *Euler.*

Discípulo de Bernoulli, de quem depois foi colega na Academia de Ciências de S. Petersbourg, fundada pela Imperatriz Catarina, Euler começou muito novo ainda a publicar notáveis trabalhos de física.

Em 1726, com 19 anos apenas, escreveu uma dissertação sôbre a propagação do som.

Quatro anos depois regia uma cadeira de física. Morreu com 76, deixando numerosos trabalhos sôbre mecânica, cálculo infinitésimal, integral e diferencial, astronomia, construção naval e artilharia.

Os seus «Ensaios sôbre uma Nova Teoria da Música», são considerados como um trabalho a todos os títulos notável.

Brook-Taylor, matemático inglês, que nasceu em 1685 e morreu em 1731, ocupou-se dos mais variados estudos, entre os quais a música.

Em íntimas relações com os discípulos de Newton, devem-se-lhe notáveis trabalhos de alta matemática, tendo dado o nome à fórmula conhecida por «Fórmula de Taylor».

Como a Euler, d'Alembert e Bernoulli, deve-se-lhe a aplicação da análise à teoria das cordas vibrantes.

Sauveur, geómetra e físico francês que nasceu no fim do século 17, conseguiu, auxiliado por músicos hábeis, determinar o número de vibrações correspondente a um som fixo tomado como têrmo de comparação e creou a acústica musical.

Deve-se-lhe a descoberta dos *nodos* e *ventres* das vibrações.

d'Alembert, nome dos mais ilustres do século 18, ao mesmo tempo geómetra, escritor e filósofo, cujas idéas sôbre os sistemas de pontos materiais causaram uma verdadeira revolução na ciência do movimento, escreveu um livro sôbre «Os Elementos da Música», onde se encontra um notável estudo da aplicação da análise matemática à teoria das cordas vibrantes.

O engenheiro suisso *Daniel Colladon,* que nos princípios do século 19 foi professor de mecânica na Escola des Arts et Manufactures de Paris e depois na Academia de Genève, fêz, de colaboração com Sturm, notáveis experiências sôbre a comprimibilidade dos líquidos e a velocidade do som.

Carlos Sturm, antigo aluno da Academia de Genève, regeu uma cadeira de matemática no Colégio Rollin, foi repetidor de análise ma-

temática na Escola Politécnica de Paris e depois professor na Faculdade de Ciências, tendo deixado trabalhos importantes sôbre as equações diferenciais, a óptica, a visão e a mecânica.

A *Henri Regnault,* físico e químico francês, antigo aluno da Escola de Minas de Paris e da Politécnica, e mais tarde professor desta última, se devem muitos interessantes estudos para determinar a velocidade de propagação do som nos diversos meios.

Chladni, célebre físico alemão fêz muitas experiências sôbre os nodos e os ventres das vibrações tendo chegado à conclusão de que a influência das vibrações sôbre os corpos está submetida a leis matemáticas e constantes.

Deixou obras notáveis sôbre os seus estudos, como: «Descobertas sôbre a teoria dos sons»; «Ensaios duma melhor exposição da ciência dos sons — Tratados de acústica»; e «Experiências sôbre acústica prática e sôbre a construção de instrumentos», etc.

Outros nomes, e muitos, haveria que citar para fazer uma lista completa dos homens que à ciência da acústica têm trazido importantes subsídios. A êles se deve a introdução de notáveis aperfeiçoamentos em muitos instrumentos musicais.

Que enorme interêsse teria, sob todos os pontos de vista, uma exposição em que, ao lado do *monocórdio* de Pithágoras, uma só corda cujo comprimento útil podia ser aumentado ou diminuído por meio de um cavalete, de modo a fazer variar o comprimento da parte vibrante, fôssem expostos, por exemplo, o *clavicilindro,* o *euphone* de Chladni, o *fonautógrafo* de Scott, precursor do *fonógrafo* de Edison, e o primeiro *aparelho telefónico* construído por Bell?!

O *clavicilindro* tinha a forma de um pequeno piano quadrado e o teclado tinha quatro oitavas e meia. Um cilindro de vidro, paralelo ao plano do teclado, era posto em movimento por uma manivela accionada por um pedal. Abaixando as teclas, deslizavam sôbre o cilindro umas hastes metálicas que produziam os sons.

A vantagem dêste aparelho consistia em permitir prolongar o som à vontade, variando-lhe a intensidade duma forma gradual e conservando invariável o acorde.

O *Euphone,* era formado por uma série de copos de vidro desigualmente cheios de água, o que lhes dava sonoridade diferente. Tocando-lhes com os dedos molhados, produzia-se o som.

O *fonautógrafo* foi descoberto por *Scott* em 1863. Compunha-se de uma membrana delgada que cobria a extremidade menor de uma espécie de funil. A essa membrana estava colada, com um pingo de cêra, uma sêda de porco que ia traçando sôbre um cilindro coberto de negro de fumo e animado de um movimento de rotação, uma curva cujas sinuosidades correspondiam às variações da membrana.

Graças ao fonautógrafo poude Scott realizar, de uma forma fácil, a análise dos sons.

O fonautógrafo foi o predecessor do *fonógrafo,* criado por *Edison,* em 1877, aparelho que esteriotipando a voz, permite repeti-la mecânicamente num número indefinido de exemplares.

O telefone foi inventado por *Bell.*

Tendo feito os seus estudos, primeiro em Edinburgo e depois na Universidade alemã de Wurzbourg, viveu alguns anos no Canadá, indo depois estabelecer-se nos Estados Unidos da América.

Era já conhecido no mundo científico como um dos mais notáveis professores de surdos-mudos, quando o tornou célebre a descoberta do telefone.

Bell publicou estudos muito notáveis sôbre acústica, entre os quais duas memórias dirigidas uma à Academia das Ciências de Paris e outra à Sociedade Real de Londres mostrando como lâminas de substâncias diferentes: ouro, prata, caoutchouc, madeira, etc., emitem um som distinto quando sujeitas à acção de vibrações luminosas intermitentes.

Entraríamos agora na enumeração daqueles que no presente e ao estudo da acústica arquitectural tem dedicado o melhor do seu trabalho: Sabine, Kreuger, Miller, Gustave, Lyon, Katel e outros. Mas o trabalho dêstes reservo-o para outros artigos.

*
* *

Longa seria a enumeração de tôdas as descobertas feitas e daqueles que as realizaram.

Aqui ficam os nomes dos primeiros. Esquecê-los seria impossível.

É ao passado que nós devemos ir buscar os ensinamentos da experiência e o encitamento para acções futuras.

Nos povos, como nas famílias, as tradições são a glória maior e mais venerada. Quando a decadência se acentua e um povo tende a desaparecer ou, pelo menos, a deixar de ocupar o lugar que alcançara à custa de fadigas e energias varonis, a alma deve ir buscar às passadas grandezas, não o lenitivo ou refúgio dos males presentes, mas novas energias para os vencer.

As núvens, mesmo quando densas, escondem aos nossos olhos o sol, nem por isso lhe tiram o brilho e a luz. O vento leva-as num esfôrço de gigante, e o sol volta a fulgir sôbre nós com a mesma intensidade.

Só podem prosperar os povos em que todos os cidadãos estudam, trabalham e se unem num mesmo pensamento, porque só há harmonia social quando tôdas as nossas energias estão em unísono acôrdo.

Estudemos, trabalhemos, para que alguma coisa de grande e de próspero possa surgir.

Setembro de 1939.

Ante-projecto da Central Eléctrica e rêde de distribuïção da Cidade da Beira

PELO ENG. ELECTR. (I. S. T.) SÉRGIO MEDEIROS
DA C. M. B.

Introdução

1 — Apresentação do problema

A central eléctrica actual possui apenas em funcionamento dois grupos geradores de 200 kW cada um, trabalhando a gás pobre, obtido a partir da lenha (mangal), e produzindo corrente contínua a 440 V = 2×220 V.

A distribuïção é feita a três fios e o equilíbrio entre pontes é obtido por meio de equilibradores estáticos.

A central está situada dentro da cidade, e em boa posição em relação ao conjunto dos consumidores, por estar próximo do centro de gravidade de massas proporcionais aos respectivos consumos.

A carga atinge já hoje em «ponta» a potência global dos dois grupos geradores e já mesmo a ultrapassa frequentemente. Não há, portanto, qualquer grupo de reserva.

Devido à extensão da cidade e ao aumento constante das cargas em cada zona, as quedas de tensão, nos *feeders* e distribuïdores, isto é, entre geradores e receptores, chegam a atingir valores da ordem dos 20 %.

Importa pois encarar o problema da electrificação da Beira e arredores no seu aspecto geral, por o actual sistema carecer de reforma quási completa. Mas não pode abstrair-se do que já ou ainda existe, quer pelo auxílio que pode prestar durante um possível período transitório, quer pela intervenção que possa ou deva ter na escolha da solução definitiva.

A construção pura e simples duma nova central capaz de satisfazer as necessidades da Beira, por um período estimado de 10, 15 ou 20 anos, e renovação geral da rêde de distribuïção, seria certamente a solução mais sedutora, debaixo do ponto de vista técnico; pois, embora tal generalidade obrigasse à consideração de maior número de graus de liberdade, trazendo como conseqüência o estudo do andamento das respectivas funções, não obrigaria, em contrapartida, às sujeições e pontos fixos, que têm muitas vezes de respeitar-se, porventura mesmo em detrimento da rectidão do traçado.

Não deve perder-se de vista que a instalação da actual central custou cêrca de £ 18.000 e que as suas condições económicas de exploração podem considerar-se boas, em face do elevado preço por que a energia eléctrica ainda é vendida aos consumidores. Mas a construção duma nova central não implica o abandono duma instalação de £ 18.000; não só o seu valor é já muito inferior — um dos grupos está a trabalhar há cêrca de 13 anos e o outro há cêrca de 7, durante os quais cumpriram bem o seu dever — como também as máquinas existentes podem servir de apoio ou reserva, ou ser aproveitadas durante um período transitório, em que a sua amortização mais se acentue e complete.

Deve atender-se também a que o preço de venda da energia está longe de fomentar o aumento das aplicações da electricidade e que a cidade tem um desenvolvimento, em superfície, relativamente grande, ramificando-se irregularmente, a partir do centro, e apresentando de zona para zona, divergências acentuadas na densidade de construção urbana.

De considerar ainda, que a Beira é uma cidade nova e em pleno desenvolvimento.

*
* *

A Câmara Municipal da Beira é simultâneamente produtora e distribuïdora.

Não se trata duma emprêsa de carácter comercial e não há, portanto, que considerar apenas a parte lucrativa da exploração; porventura mesmo, não haverá que considerá-la.

A electricidade, firmando-se cada vez mais como elemento de primeira necessidade, justo é que se procure interessar todo o público, com a maior amplitude possível, nas vantagens do seu emprêgo e utilização.

Além dum são critério, impõe-se, portanto, também largueza de vistas, na escolha e adopção do sistema a empregar, para não se cair dentro em breve numa situação embaraçosa, como aquela em que se tem vivido, e para se poder entrar francamente numa fase de fomento e expansão.

O momento actual, pôsto que não é já a melhor ocasião para mudar de rumo, na orientação que se tem seguido, em que o atrazo na aplicação de medidas eficazes tem levado à adopção de soluções de recurso ou de remendo, que mais vieram complicar a verdadeira resolução do problema, pelos novos encargos a que deram lugar e pelo maior dispêndio que impõem para a mudança dos sistemas de produção e distribuïção; êste momento é, no entanto, um dos pontos singulares que não deve perder-se pelo emprêgo de novos lenitivos, sob pena de se cair numa solução, não só tècnicamente infeliz ou errónea, mas ainda econòmicamente comprometedora, e possìvelmente ruínosa.

*
* *

Na potência a prever para a central, deverá contar-se com a extensão das aplicações domésticas da electricidade, inclusivè à cozinha, que na Beira é fácil de conseguir, mediante o emprêgo duma propaganda bem orientada e, muito especialmente, pela adopção de tarifas convenientes.

E, desde que fiquem salvaguardados e compensados pelo menos os encargos anuais provenientes dessa extensão e conseqüente aumento de produção, é obra de fomento, que a uma emprêsa particular podia não interessar comercialmente, mas que à Câmara, dada a sua função perante o público, não só é admissível, mas talvez até se imponha. E é de notar que tal medida, provocando um aumento de produção e possìvelmente da potência a instalar, mesmo que não traga vantagens económicas imediatas e directas para a entidade exploradora, não tardará a exercer a sua acção benéfica sôbre outros ramos de actividade, donde poderá vir até compensação mais do que suficiente. E mesmo, quanto maior fôr a produção, quando as máquinas funcionam durante o mesmo número de horas, menor será o valor com que as despesas de pessoal sobrecarregam o preço do kWh produzido.

Assim, embora não perdendo de vista a forma como o problema se apresentaria a qualquer emprêsa particular, no que respeita à parte técnica, administrativa e até económica, é preciso encará-lo também com o aspecto, por assim dizer, social, que vem tomando, em virtude das características do organismo a quem compete a sua resolução.

2 — Terminologia e definições

Para mais fácil e melhor compreensão dêste estudo, e não só porque êle também se destina a ser apreciado por pessoas talvez pouco familiarizadas com o vocabulário próprio da electrotecnia, como porque os próprios tratadistas divergem um pouco no sentido que atribuem a certos têrmos, seguem-se algumas definições, que indicam o significado que aqui foi atribuído a algumas expressões mais importantes:

Potência instalada — soma das potências normais de plena carga de todos os geradores ou de todos os receptores.

Factor de utilização da potência instalada: — relação entre a produção média (ou consumo médio), durante um certo período, e a potência instalada na central (ou na rêde).

Carga máxima, pedido máximo ou ponta, duma central ou dum conjunto de receptores: — maior potência produzida ou consumida, durante um certo período (um ano, por exemplo).

Factor de carga: — relação entre a carga média, durante um certo período, (um ano, por exemplo), e a carga máxima, durante o mesmo período.

Coeficiente de carga ou *coeficiente de simultaneidade* (inverso do *factor de diversidade*): — relação entre o pedido máximo registado na Central e a soma dos pedidos máximos individuais de todos os receptores da rêde.

Duração de utilização duma instalação: — relação entre o número total de quilo-watt-horas (kWh) consumidos durante um ano e a potência instalada, em quilo-watts (kW).

Duração de utilização da central: — relação entre o número de kWh produzidos e a potência instalada na central, expressa em kW.

Factor de potência: — relação entre a *potência activa* (potência realmente fornecida ou absorvida) e a *potência aparente* (produto da tensão pela intensidade de corrente). Só interessa em corrente alternada. Em corrente contínua, aqueles dois valores confundem-se.

O factor de potência representa-se correntemente por $\cos \varphi$, sendo φ o ângulo de defasagem entre a corrente e a tensão.

3 — Principais obras consultadas

C. Van Gastel: «Prodution et Distribution de l'Énergie Électrique» e «Calcul et Construction de Réseaux».

Rziha et Seidener: «Manuel de l'Ingénieur Électricien».

Léon Fesch: Lições de «Aplicações de Electricidade», no I. S. T. — Lisboa.

L. D. Fourcault: «Électricité».

H. Chevallier: «Cours Pratique d'Électricité Industrielle».

P. Roberjot et *C. Féru:* «Travaux Pratiques d'Électricité Industrielle».

H. Kyser: «Transport de l'Énergie Électrique», I, II, III.

Jean Fallou: «Les Réseaux de Transmission d'Énergie».

Mauduit: «Installations Électriques a hautte et basse tension», I, II.

Robert de Valbreuze: «Principes et Applications de l'Éclairage».

G. Klingenberg: «Construction des Grandes Stations Centrales Électriques».

Hütte: «Manuel de l'Ingénieur», I, II, III.

F. G. de Nerville et *A. Hardy:* «Protection contre les effets nuisibles de l'électricité».

M. Boulin: «Cours d'Hygiène Professionnelle».

Paul Razous: «Cours de Prévention des Accidents du Travail».

Estudo geral

Para melhor ordenação do trabalho e para a sua apresentação mais esquemática, e portanto mais clara, divide-se esta exposição em várias partes, correspondentes a outros tantos problemas parciais, cuja resolução tem de ter sempre em vista a sua integração no conjunto.

São êles:

1) — Potência da central
2) — Potência de cada grupo
3) — Tipo de máquina motriz
4) — Local de instalação e edifícios
5) — Natureza da corrente
6) — Tensão de distribuïção e tensão nos terminais das geradoras
7) — Rêde de distribuïção
8) — Tarifas — preço de venda do kWh
9) — Destino das actuais máquinas.

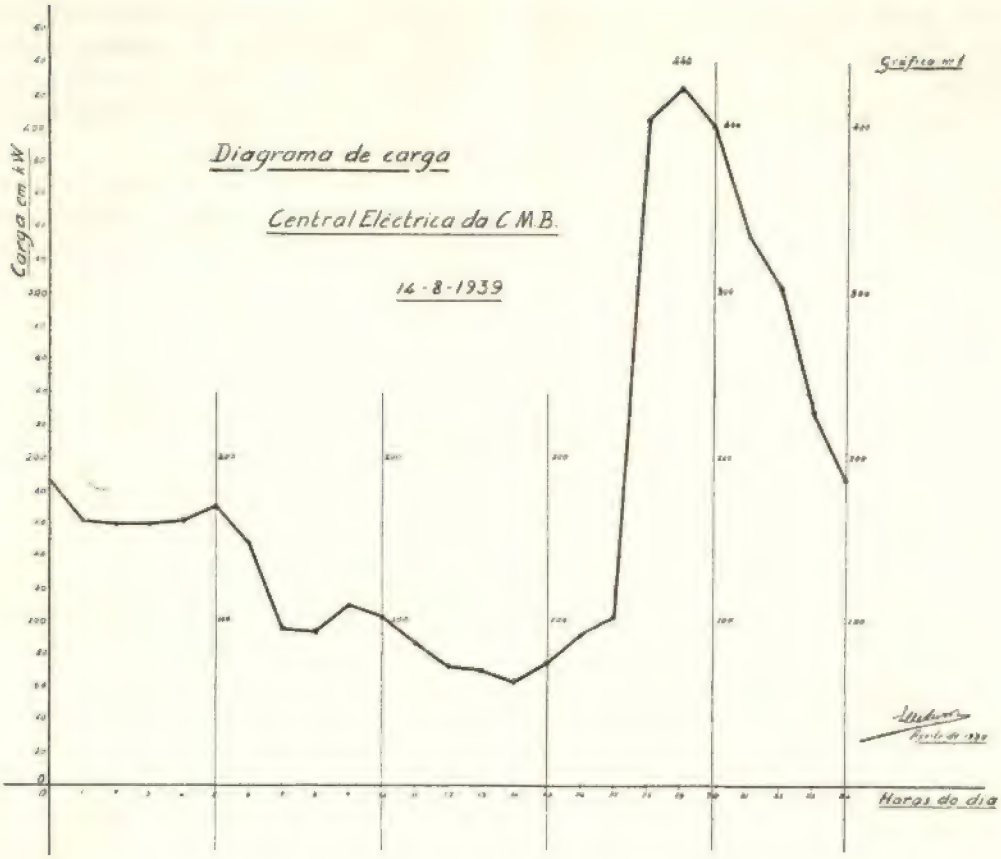
Obs. — A maior parte das operações foi feita com régua de cálculo, que dá, para o caso presente, uma aproximação mais do que suficiente.

1) — Potência da central

Dados estatísticos (Valores referentes a 1938, em números redondos):

Potência instalada na Central	400 kW
Potência mínima, em trabalho normal	55 »
Carga máxima.....	395 »

(A ponta actual é de 425 kW. As máquinas suportam uma sobrecarga de aproximadamente 6 %, durante cêrca de uma hora, nos dias de maior carga).



Produção anual	1.146.000 kWh
Energia fornecida aos consumidores (excluindo os serviços municipais e algumas concessões de fornecimento gratuito)	428.000 »
Consumo em iluminação pública	350.000 »
Potência instalada (consumidores)	620 kW
Potência instalada em tôda a rêde	800 »
População não indígena, da cidade da Beira	6.400 habit.

Portanto:

Potência média de produção da Central	131 kW
Factor de carga da Central	33 %
Potência instalada, por habitante	97 W
Potência total instalada na rêde, correspondente a cada habitante	125 »
Duração de utilização da Central	2.865 horas
Duração de utilização da potência instalada pelos consumidores particulares	690 »
Duração de utilização geral de tôda a potência instalada na rêde (entrando também com a energia correspondente às perdas nas linhas)	1.430 »
Consumo específico, por habitante, durante um ano	67 kWh
Consumo específico, por habitante, durante um ano, incluindo iluminação pública, perdas, etc., isto é, em relação à produção total da Central	179 kWh

*

* *

Valores prováveis, pouco tempo depois da instalação de novas máquinas e do estabelecimento de tarifas mais razoáveis:

Produção anual	2.000.000 kWh
Consumo específico geral, por habitante e por ano	270 »
Potência instalada (só consumidores)	1.000 kW
Potência total dos receptores	1.300 »
Potência instalada por habitante (instalações particulares)	135 W
Potência total instalada, por habitante	175 »

Admitindo a mesma proporção, que hoje existe, entre a potência instalada na rêde e a respectiva ponta na central, teremos então um pedido máximo de 640 kW.

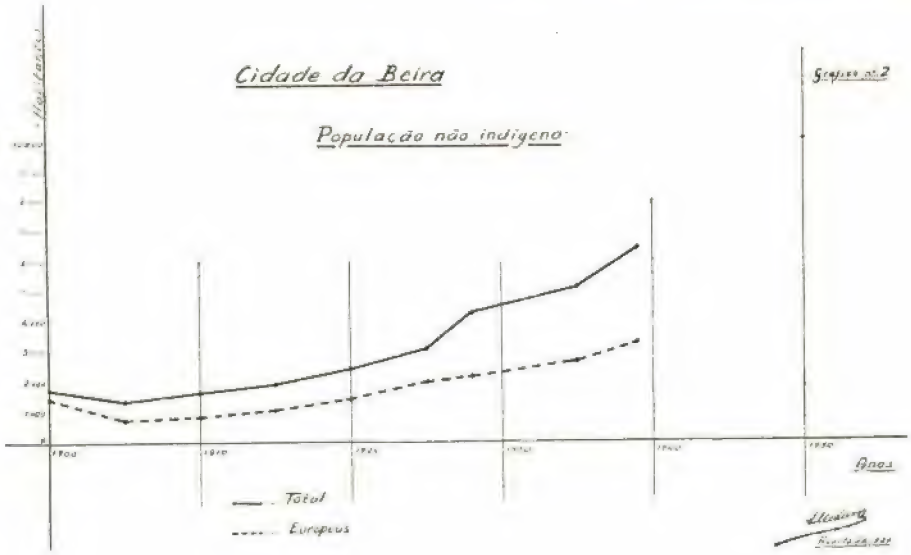
Sendo a Beira uma cidade em formação,

difícilmente pode prever-se para o acréscimo da população uma lei mais ou menos bem definida.

A partir, porém, da evolução da população da cidade, desde 1900 (ver gráfico n.º 2), pode admitir-se que em 1950 a Beira já possua cêrca de 10.000 habitantes, não indígenas.

possível fornecimento de energia para as estações elevatórias de águas, etc., tem de admitir-se uma subida grande da potência média, sem um agravamento correspondente da potência máxima.

Quanto maior fôr a variedade da utilização da energia, menor será o coeficiente de carga ou de simultaneidade de utilização da



Supondo uma potência instalada de 175 W por habitante, no conjunto da rêde, teremos um total de 1750 kW.

A ponta correspondente da Central, tomando a mesma proporção que hoje existe será de 865 kW.

Considerando um factor de potência de 0,8 (cos $\varphi = 0,8$), o que é admissível por uma grande parte desta potência ser devida a iluminação, teremos uma potência aparente de 1,100 kVA.

Admitindo um consumo médio geral de 270 kWh por habitante e por ano, teremos uma produção anual total de 2.700.000 kWh, a que corresponde uma potência média anual de 308 kW, equivalente a 385 kVA.

*
* *

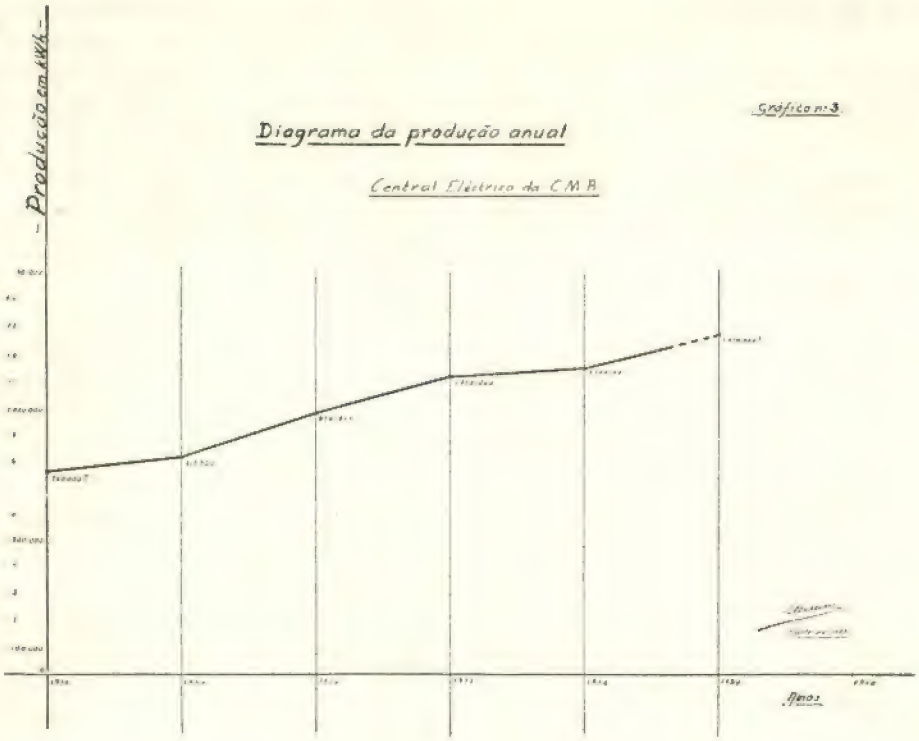
Contando agora com o aumento da rêde de distribuïção para os arredores, incluindo o Hospital Indígena, com a electrificação de algumas indústrias importantes, com a potência total da rêde, embora sejam grandes os coeficientes correspondentes à iluminação pública (100 %) e às indústrias em geral.

Pode portanto estimar-se em 500 kW a potência média a fornecer em 1950.

Convem ainda notar que estes valores podem sofrer um aumento considerável, pela modificação das condições de fornecimento e consumo.

(A evolução da produção acusada desde 1934 até 1938 e parte de 1939 — ver gráfico n.º 3 — permitir-nos-ia também, por extrapolação, chegar a idênticos valores, embora se devam pôr muitas reservas, quanto às conclusões tiradas por êste processo, em virtude de não haver um número de pontos suficientes para obter, com uma certa segurança, a possível lei de variação).

Continuando a cingirmo-nos apenas à população não indígena, verificamos que, quer a potência instalada, quer o consumo por habitante, atingem já hoje na Beira valores que rivalizam com os máximos obtidos nas cidades europeias de idêntica categoria.



De notar que já se obtêm estes valores, apesar dos preços elevados por que é vendida a energia eléctrica. O maior desafôgo das condições gerais de vida, um grande desenvolvimento em superfície — donde uma maior quantidade de iluminação pública e maiores perdas nas linhas —, o facto de se tratar duma cidade nova e situada numa zona tropical, onde algumas aplicações da electricidade (ventoinhas, geleiras, etc.) facultam óptimas defesas contra os rigores do clima e onde a luminosidade diurna deve fazer sentir mais a necessidade duma boa iluminação nocturna, para atenuar o efeito do contraste, devem ser as causas determinantes dêste maior consumo de electricidade.

Empregando as fórmulas clássicas, para a determinação da potência a instalar na central, deveria entrar-se portanto com os elementos devidamente corrigidos.

Mas, embora tal método, pela descriminação dos consumos dos particulares, da iluminação pública, das perdas nas linhas, nos transformadores, etc., e do consumo próprio da Central, desse ao cálculo um aspecto de maior fundamento e precisão, e sendo quási o único que pode seguir-se, ao fazer o estudo da electrificação duma zona ainda não electrificada, não o seguimos aqui, por considerarmos mais segura a extrapolação racional, do que o arbítrio dos valores fundamentais, embora condicionados pelas indicações das estatísticas e dos tratados.

Para 1950, e àparte as reservas, podemos portanto contar com uma potência máxima de cêrca de 900 kW, e uma média de 500 kW.

Seguindo idêntico raciocínio, teríamos para 1960:

Potência máxima.....	1.350 kW
Potência média.....	750 »

Mas, numa cidade em formação como a Beira, esta previsão não deve ter valor. Em 20 anos, as condições gerais de vida, o desenvolvimento da cidade e os próprios recursos da técnica, podem, muito naturalmente, alterar por completo tôdas as bases das nossas previsões actuais.

Passamos, por isso, adiante.

2) — **Potência de cada grupo**

Temos fundamentalmente de entrar em consideração com os seguintes elementos:

Variação diurna da carga
Custo de cada grupo, para diferentes potências
Rendimento das máquinas, a diferentes cargas
Segurança do serviço; reservas
Capacidade de sobrecarga das máquinas
Possibilidade de ampliação da central

Devendo as máquinas trabalhar tão próximo quanto possível da plena carga, para aproveitar a marcha mais económica, parece, à primeira vista, que conviria ter, além dum grupo capaz de suportar pouco mais que a potência mínima pedida à central, vários grupos de pequena potência, para conseguir ter mais ou menos máquinas em serviço, consoante a potência pedida, e tôdas a trabalhar o mais próximo possível da sua marcha mais económica.

Mas, além de ser difícil conseguir tal elasticidade de condução, especialmente quando a variação de carga é grande e rápida, pois neste caso quási só os motores a óleos pesados poderão satisfazer mais capazmente, por estarem sempre prontos a funcionar, há que considerar também que os encargos de primeiro estabelecimento aumentam com o número de máquinas necessárias para obter uma mesma potência, muito especialmente para pequenas unidades, e que o custo do kWh produzido diminue, em idênticas condições de carga, à medida que aumenta a potência da máquina motriz.

Casos há, em que o custo médio de kWh fornecido por várias máquinas, trabalhando cada uma à marcha mais económica, é ainda superior ao fornecido por uma única máquina mais potente, trabalhando em regime de carga irregular.

Considerando, portanto:

— que convém contar desde já com máquinas capazes de fornecer 600 a 800 kW, ou sejam 750 a 1.000 kVA (para cos $\varphi = 0{,}8$) e que as cargas médias correspondentes poderão subir a 300 ou 400 kW;

— que é ainda possível melhorar bastante o actual factor de carga da central;

— que, em muitos casos, a economia resultante do emprêgo dum grupo pequeno destinado aos períodos de baixa carga é totalmente prejudicada pelos encargos resultantes dos juros e amortizações do acréscimo de capital empregado;

— que o custo das máquinas, por kW, baixa muito sensìvelmente à medida que aumenta a potência, para valores não ultrapassando alguns milhares de kW por unidade;

— que convém, quanto possível, fazer trabalhar as máquinas próximo da sua marcha mais económica; mas,

— que, à medida que aumenta a potência de um grupo, mais baixo poderá ser o preço de custo do kWh produzido, o que pode compensar o agravamento devido a um maior afastamento relativo da marcha mais económica;

— que, quanto maior fôr o número de máquinas simultâneamente em serviço, menor poderá ser a perturbação provocada no conjunto, pela avaria de um dos grupos, e menor será a reserva necessária, para assegurar a continuïdade do serviço; mas,

— que a instalação dum maior número de máquinas obriga a um maior dispêndio inicial, pelo custo das próprias máquinas, pela sua instalação e pelo espaço ocupado, e é de condução mais difícil e trabalhosa;

— que se podem empregar máquinas de menor potência normal, desde que estas possam suportar uma sobrecarga apreciável;

— que, sendo preciso contar com a ulterior ampliação da central, não convém instalar grupos de muito pequena potência;

— e que é arriscada qualquer previsão para um grande número de anos;

Sou de parecer que deve fixar-se em 600 a 700 kW a potência normal de cada grupo electrogénio, se admitirmos sobrecargas de 20 a 25 %. No caso de motores de combustão interna — de explosão (gás) ou de combustão lenta (óleos pesados) — é admissível o emprêgo de um ou dois grupos de potências mais baixas, para melhor acompanhar a evolução da carga pedida.

CUPRINOL REG. PRODUCTS

Produto para conservar | MADEIRA / LONAS

contra o caruncho, escaravelho, formiga branca e apodrecimento.

A Câmara Municipal de Lisboa está construindo um vasto bairro económico denominado BAIRRO DA BOA VISTA. As suas 450 casas são feitas de placas de fibro-cimento «LUSALITE» sôbre esqueletos de madeira. Tôdas as madeiras que ficam expostas ao tempo são tratadas a «CUPRINOL». Para os detalhes sôbre a aplicação dêste produto queira voltar a página.

Para a importante obra do BAIRRO DA BOA VISTA foi escolhido o processo de imersão, e para isso foram construídos três tanques de vários comprimentos, sendo o maior de 5 metros. Estes tanques são forrados de chapa de ferro zincado. Como se vê nas fotografias, os tanques têm escoadouros também em chapa zincada para aproveitar novamente o excesso de CUPRINOL. As madeiras já cortadas e recortadas nos seus feitios definitivos são mergulhadas no CUPRINOL dentro dos tanques durante cêrca de 30 segundos (quanto mais tempo, maior e mais profunda será a absorção) e em seguida postas a escorrer no escoadouro. Depois de escorridas são empilhadas e expostas ao tempo para secar.

Obras importantes actualmente sendo tratadas a CUPRINOL

Bairro da Boa Vista
Palácio de Queluz
Igreja matriz de Golegã
Quartel de Infantaria, Sacavém
Bairro da Ajuda
e muitas obras particulares

Fabricado e patenteado por CUPRINOL, Ld., Bristol - Inglaterra
Distribuído por JENSON & NICHOLSON, Ld., Londres
Distribuidores exclusivos para Portugal e Colónias

Sociedade Robbialac, Limitada
Rua Nova do Carvalho, 15, 1.º—LISBOA—Telef. (P. B. X.) 2 7000
Depositário no Norte
DROGARIA TIAGO DA COSTA
RUA S. JOÃO, 33—PORTO

P R E Ç O S

(O galão inglês tem 4,5 litros)

5 galões	300$00
1 galão	70$00
1/2 galão	37$50
1/4 galão	20$00
1/8 galão ou pinta	11$00
1/16 galão ou 1/2 pinta	6$00

Com grupos daquela potência, bastariam dois, durante os primeiros anos de laboração, um dos quais constituiria a reserva.

No caso de não poderem ou não deverem comprar-se inicialmente os dois grupos, estará indicado fixar a potência do segundo grupo ou dos grupos necessários à reserva e ampliação da central, de harmonia com a ulterior evolução dos consumos.

3) — **Tipo de máquina motriz**

Principais elementos a considerar:

- Encargos fixos:
  - juros e amortizações de capital de primeiro estabelecimento:
    - máquinas
    - fundações
    - edifícios
    - terreno
  - pessoal permanente
- Despesas variáveis:
  - combustível
  - lubrificantes
  - conservação, reparação e renovação do material
  - água de refrigeração
  - água de alimentação, no caso de caldeiras a vapor:
    - custo da água
    - depuração
  - impostos
  - seguros

— Facilidade de condução das máquinas
— Adaptabilidade dos geradores ao funcionamento em paralelo
— Sobrecargas admissíveis
— Factor de carga da central
— Facilidade de ampliação

Não é de aconselhar o emprêgo de motores a gás pobre, obtido a partir da lenha, porque:

— já se trata duma potência relativamente grande;

— o seu custo inicial é elevado;

— as fundações são caras;

— a sua condução exige bastante atenção dos maquinistas e chega a ser delicada;

— adaptam-se mais difìcilmente à marcha em paralelo, especialmente com corrente alternada;

— não se prestam bem a ampliações da central;

— não admitem grandes sobrecargas;

— a reparação e conservação são dispendiosas e exigem pessoal especializado;

— o consumo de lubrificantes é grande;

— o combustível (lenha) ainda se obtém em boas condições de qualidade e preço, mas é provável que, dentro em pouco, comecem a surgir dificuldades, quanto à sua obtenção em idênticas condições.

As actuais instalações e exploração, embora tenham prestado e continuem a prestar bons serviços, servem de fundamento e confirmação à maior parte daquelas afirmações.

Só interessa, portanto, considerar os *motores a óleos* e *as turbinas a vapor*.

*

* *

Estudo comparativo, entre os *motores a óleos pesados* e as *turbinas a vapor:*

Motores a óleos:

Vantagens:
- Custo inicial relativamente baixo
- Arranque fácil e rápido
- Pequeno consumo de combustível
- Fácil armazenamento do combustível
- Instalações ocupando pouco espaço
- Não há cinzas a evacuar
- Não há gastos de combustível, antes do arranque

Inconvenientes:
- Fundações caras
- Condução delicada
- Adaptam-se mais difìcilmente que as turbinas à marcha em paralelo
- Não admitem grandes sobrecargas
- Reparação e conservação dispendiosas e exigindo pessoal especializado (1)
- Grande consumo de lubrificantes
- Pequena duração
- Grande dificuldade na obtenção de combustível, no caso de conflito internacional, por estar dependente da via marítima e não ser fácil encontrar-lhe sucedâneo

(1) — Muito importante para a Beira, pelo seu elevado custo e dificuldade de obtenção.

Turbinas a vapor:

Vantagens:
- Custo inicial relativamente baixo
- Fundações simples, devido à ausencia de esforços de impulso (Muito importante para a Beira, por os terrenos serem pouco consistentes)

Vantagens:
- Condução fácil—não necessita de mão de obra especializada, para a marcha normal
- Boa adaptação à marcha em paralelo
- Admitem grandes sobrecargas
- Reparação e conservação, pouco dispendiosas
- Grande duração
- Consumo mínimo de lubrificantes
- Boa adaptação às variações bruscas da carga
- Marcha quási silenciosa
- Trepidações e vibrações, mínimas
- Grande segurança de funcionamento
- Ampliação fácil
- O combustível — carvão — poderá ser nacional, quando puder vir de Tete em boas condições de preço, o que certamente sucederá, logo que esteja terminado o Caminho de Ferro

No caso de impossibilidade na obtenção de carvão, há ainda a lenha dos arredores da Beira, que pode servir como combustível de recurso.

Inconvenientes:
- Instalações cobrindo maior superfície que no caso de motores a óleos
- Exige boa água para alimentação das caldeiras
- Evacuação das cinzas; mas estas podem servir como material de atêrro ou para beneficiação de terrenos de cultura

Cálculo económico

Preço de custo do kWh, nos diferentes tipos de máquinas:

Máquinas a gás pobre — Valores actuais:

Contando com 12 % para juros e amortizações do capital de £ 18.000, o preço por que se obtém o kWh nas barras da central é de Esc. $02,8 (moeda local).

Motores a óleos pesados — Valores prováveis:

Custo de 2 grupos electrogéneos, de 600 a 700 kW cada um, e respectivos acessórios	£ 23.000
Instalação—Terreno, fundações e edifícios	£ 10.000
Total	£ 33.000

Custo correspondente do kW instalado — cêrca de £ 25.

Para o cálculo rigoroso do preço de custo do kWh, conviria partir da curva de carga diária e da característica económica (despesas de produção, em função da carga em kW), para a obtenção da curva das despesas diárias de exploração, e para daí tirar o diagrama de carga anual (número de horas correspondentes a cada carga), a característica económica correspondente e o *diagrama das despesas anuais*.

Pôsto que de traçado relativamente fácil e de grande interêsse em muitos casos, especialmente para grandes centrais e onde a previsão das cargas tenha bases suficientemente sólidas, não nos utilizamos dêle para aqui, porque o rigorismo de cálculo que tal diagrama nos mostraria seria mais aparente que real, em face da grande latitude de variação de alguns dos valores a arbitrar e, particularmente, do diagrama de carga diária:

Vamos, portanto, fazê-lo a partir de valores médios.

Sendo:

a — o preço do kW instalado na central, £ 25 ou Esc.:	112$50
b — o preço de 1 kg de óleo combustível pôsto na central	$02,57
c — o consumo médio de combustível por kWh	0,3 kg
p_1 — a percentagem de *a* para juros e amortizações do capital	12 %
p_2 — a percentagem de *a* para pessoal permanente	9 % (1)
p_3 — a percentagem de *a* para reparação, conservação, água, seguros, etc.	5 % (2)
h — a duração de utilização anual, em horas, da potência máxima instalada (correspondente à produção total de 2.000.000 de kWh)	1.500 h.

o preço de custo do kWh será dado por:

$$C = \frac{(p_1 + p_2 + p_3) \times a}{h} + c \times b$$

Ou seja:

$$C = \frac{(0{,}12 + 0{,}09 + 0{,}05) \times 112\$50}{1.500} +$$

$$+ 0{,}30 \times \$02{,}57 \simeq \$02{,}7$$

(1) Valor muito elevado, comparado com as indicações das centrais europeias ou com os das grandes centrais. Êste número foi obtido a partir de valores fornecidos pela actual central, em que esta percentagem sobe a cêrca de 19 %.

(2) Valor também elevado: consumo grande de lubrificantes, sobrecelentes caros, etc.

Turbinas a vapor

Custo de 2 grupos turbo-geradores	£ 28.000
Instalação	£ 10.000
Total.....	£ 38.000

Custo correspondente do kW instalado — cêrca de £ 27, equivalente a Esc.: 121$50.

Obs. — Como as turbinas a vapor permitem sobrecargas de 20 a 25 % e os motores Diesel não permitem mais de 10 %, se nos referirmos às potências máximas, em sobrecarga, o que interessa bastante para vencer as pontas de pequena duração, o custo do kW instalado não é mais elevado no caso das turbinas do que com os motores a óleos.

Identicamente, teremos:

a — 121$50
b — $00,72 — valor correspondente a £ 1 — 12 — 0 por tonelada, que é o preço por que actualmente é vendido o carvão na Beira. Êste valor deve poder baixar muito sensìvelmente.
c — 1,1 Kg — correspondente a um rendimento térmico global de cêrca de 11,5 % e empregando carvão de 6.800 cal / Kg
p_1 — 10 %
p_2 — 9 %
p_3 — 4 %
h — 1.500 horas

Donde:

$$C = \frac{(0{,}10 + 0{,}09 + 0{,}04) \times 121\$50}{1.500} + 1{,}1 \times \$00{,}72$$

$$C = \$02{,}6 \text{ a } \$02{,}7$$

Daqui se vê que, nas condições consideradas, os motores a óleo rivalizam com as turbinas, no que respeita ao preço de custo do kWh. De notar que com qualquer dos dois sistemas, já se obtêm estes valores, considerando um factor de utilização da central de cêrca de 18 %, ao passo que a actual central está a trabalhar com um factor de utilização próximo de 33 %.

*
* *

Ponderadas as vantagens e inconvenientes de cada um dos dois sistemas, e atendendo a que o preço de custo de kWh deve ser pràticamente o mesmo, para um e outro tipo de máquinas, a solução mais aconselhável será a do emprêgo de *turbinas a vapor*.

4) — **Local de instalação e edifícios**

Elementos a considerar:

— Posição em relação ao centro de gravidade das cargas eléctricas.
— Custo da linha de transporte de energia.
— Natureza do terreno — fundações.
— Custo do terreno — para edifícios e armazenamento de combustíveis e outros materiais.
— Abastecimento de água.
— Possibilidade de ampliação.
— Acesso de transportes.
— Pessoal necessário.
— Higiene da cidade — fumos.
— Comodidade dos habitantes — ruídos e trepidações.
— Direcção e sentido de alargamento da cidade.

Atendendo a que:

— convém que a central esteja o mais próximo possível do centro da cidade, para que o custo da linha ou linhas de transporte de energia seja mínimo e para que as despesas com o pessoal encarregado da parte eléctrica da central e rêde de distribuïção sejam mínimas; mas que,

— no centro da cidade, o terreno é muito mais caro que na periféria ou fora da cidade;

— a não ser a 5 ou 6 quilómetros da Beira, o terreno é quási todo de muito fraca consistência, e mesmo àquela distância a consistência ainda é pequena;

— pode recorrer-se ao tipo de fundação «flutuante», para evitar o emprêgo de grandes maciços e estacaria;

— deve empregar-se, para os edifícios, o tipo de construção «metálica» — ferro e panos de tejolo ou betão — que é um tipo de construção industrial e que também é importante para a Beira, por ser leve e não exigir portanto grandes fundações;

— é necessário atender às ampliações futuras e contar com espaço suficiente para a possível construção de casas para o pessoal;

— convém ficar, o mais possível, fora das zonas urbanizadas, para atender à saúde e comodidade dos habitantes;

— convém ficar próximo da via férrea, para mais facilidade de transporte dos combustíveis e outros materiais;

— convém um local, onde haja facilidade de obtenção de água de refrigeração e de alimentação das caldeiras;

— e também porque a zona industrial da cidade será a de Além-Chivéve, onde muito provàvelmente irão aparecer cargas importantes; apresenta-se como satisfatória a zona compreendida entre o bairro do Caminho de Ferro e os depósitos da Shell, ou além dêstes, dum ou outro lado da via férrea, mas de preferência do lado de Munhava, para melhor acesso por estrada. Êste local fica a cêrca de 3 quilómetros da actual central.

A água de refrigeração obtém-se com facilidade em qualquer ponto, por, inclusivamente, poder ser água salgada.

A água de alimentação das caldeiras talvez se encontre naquela zona e, caso não consiga obter-se lá em quantidade suficiente, impõe-se, como solução transitória, trazê-la de mais longe, enquanto não fôr feito o abastecimento geral de águas à cidade. A maior despesa deve ser a da canalização, mas esta poderá ser depois aproveitada na rêde de abastecimento da cidade; portanto, o encargo que daí resulta será assim bastante atenuado.

5) — **Natureza da corrente**

Considerando que:

— com corrente contínua não é necessário prever as máquinas para a potência máxima, desde que haja uma bateria de acumuladores, que pode também ser empregada como bateria-tampão; pode obter-se assim a melhoria do factor de utilização da central; mas há a contar, neste caso, com os encargos provenientes da aquisição da bateria;

— é necessária a corrente contínua para as aplicações electroquímicas; mas esta circunstância para a Beira, pelo menos por enquanto, não tem interêsse de maior;

— com corrente contínua há menor perigo, quanto a sobre-tensões; há maior facilidade na regulação da velocidade dos motores eléctricos; o perigo de acidentes pessoais, embora não se tenha chegado ainda a conclusões bem definidas e haja grande divergência, nas opiniões dos especialistas, parece, duma maneira geral, ser menor com a corrente contínua do que com a alternada; os dieléctricos heterogéneos, como os isoladores empregados nas linhas aéreas e alguns isolantes empregados nos cabos subterrâneos, resistem muito melhor à corrente contínua que à alternada;

— com corrente contínua, obtem-se a auto-excitação dos geradores e o acoplamento em paralelo é simples;

— mas, com esta corrente, não é fácil obter altas tensões e, portanto, não é económica a transmissão de energia, senão a pequenas distâncias, e não é fácil também transmitir grandes potências, devido à acumulação de grandes intensidades de corrente;

— com corrente alternada, as geradoras não são auto-excitáveis; a ligação em paralelo exige precauções especiais; não é possível a acumulação directa da energia, donde um abaixamento do factor de utilização da central; uma parte importante dos receptores absorve corrente defasada, em relação à tensão, donde um maior aquecimento dos condutores do que o correspondente à componente activa da corrente absorvida e, conseqüentemente, o não aproveitamento total, quer da rêde, quer das máquinas da central; o efeito de Kelvin, nos condutores de grande secção, tem como conseqüência o pior aproveitamento dêstes condutores; as correntes de Foucault induzidas nas capas de chumbo dos cabos, etc., ocasionam também perdas de energia; mas,

— para iluminação — donde provém actualmente a maior carga — quási tanto interessa a corrente alternada como a contínua;

— com corrente alternada, é muito fácil obter tensões elevadas, o que permite o transporte económico da energia a grandes

distâncias — interessa bastante para a Beira, visto a rêde ter já uma extensão relativamente grande e haver necessidade de a alargar mais ainda, e pela possibilidade de transmitir a energia, em boas condições, para fora da cidade; é fácil obter no extremo de cada *feeder* a tensão que se desejar, sem o emprêgo de sôbre-tensores rotativos, ainda mesmo que os *feeders* sejam muito diferentes entre si; os motores duma maneira geral, são mais simples, mais rústicos e mais baratos, não exigem tanta vigilância e podem suportar fortes sobrecargas; a transformação de tensão obtem-se por meio de transformadores estáticos, que são baratos e quási não exigem vigilância; e os próprios contadores de energia funcionam muito mais regularmente e não necessitam de grandes cuidados;

— deve preferir-se, pois, a *Corrente Alternada,* trifasada e de freqüência igual a 50 períodos por segundo.

É necessário, portanto, proceder também à transformação e adaptação da rêde a êste tipo de corrente.

6) — Tensão de distribuïção — tensão nos terminais das geradoras

Quanto ao perigo de acidentes pessoais e ao rendimento das lâmpadas eléctricas de incandescência, conviria que a tensão fôsse tão baixa quanto possível. Atendendo só a estas razões, seríamos levados a adoptar as tensões de 110/190 V, ou, de preferência, ainda bastante menos.

Mas o abaixamento da tensão obriga a um maior gasto de cobre em condutores, que se acentua especialmente para as médias e grandes intensidades de corrente, em virtude de a densidade de corrente admissível nos condutores ser tanto mais baixa, quanto maior fôr a secção dêstes. Para a transmissão duma mesma potência e em igualdade das demais condições, o aumento de cobre é portanto mais acentuado do que o correspondente à simples proporcionalidade inversa, entre a secção dos condutores e a tensão da corrente.

Por essa razão, que é muito importante, especialmente na Beira, onde a densidade de construção urbana é pequena; porque a tensão de distribuïção actual é já de 220/440 V, e ainda porque o perigo pessoal resultante da mudança de corrente contínua para alternada pode atenuar-se bastante, desde que as instalações se mantenham em boas condições de isolamento e o público seja advertido de que deve haver mais cuidado com o novo tipo de corrente; deverão adoptar-se as tensões normais: *220/380 V,* respectivamente para luz, pequenos motores monofásicos, aparelhos radioeléctricos, etc., e para fôrça motriz.

Os alternadores podem fornecer directamente a corrente à tensão de 6.300 ou 6.600 V, que poderá servir para a transmissão até à sub-estação principal da cidade e, possìvelmente, para alimentação dos *feeders* que hão-de ligar à rêde geral de distribuïção, embora se interponham um ou mais transformadores, mesmo com a relação de transformação de 1/1, para maior independência de funcionamento das várias secções do sistema.

7) — Rêde de distribuïção

A rêde deverá ter como base um sistema em anel ou de malhas fechadas, com protecção selectiva.

O local onde está hoje a central pode aproveitar-se para instalar uma sub-estação, que sirva de centro de dispersão dos *feeders* de alimentação da rêde; êste local é bom, por estar, mais ou menos, no centro da parte mais importante da cidade.

As linhas, em vez de três condutores como as actuais, terão quatro, três de fase e uma para o neutro.

Especialmente nas zonas de maior densidade de construção urbana, a rêde deverá ser subterrânea, em complemento do que já se está fazendo com a rêde de iluminação pública, nas principais ruas e largos da cidade.

À medida que fôr sendo feita a mudança, de linhas aéreas para subterrâneas, podem aproveitar-se os cabos aéreos para o aumento da rêde noutras direcções (Hospital Indígena, Estação Radiogoniométrica, etc.).

Como, normalmente, o movimento nas ruas da cidade, depois da meia noite ou uma

hora da manhã, é pràticamente nulo, convém dispor a rêde de iluminação pública, de forma que, pelo menos nos locais mais intensamente iluminados, se possa reduzir fàcilmente o número de focos, para metade ou mesmo para um terço.

O custo da transformação da rêde ainda deverá subir a cêrca de £ 10.000; mas esta transformação pode realizar-se por fases.

8) — Tarifas — preço de venda do kWh

Salvo alguns casos especiais, como os hoteis, restaurantes, agremiações culturais e desportivas, Companhia de Moçambique, etc., os preços de venda do kWh são actualmente de:

$23, para iluminação;

$10, para fôrça motriz, ventoinhas, geleiras, aparelhos rádio-eléctricos, etc.

Após a construção da nova central, impõe-se, em primeiro lugar, baixar o preço de fornecimento da energia, especialmente para iluminação, e fixar um preço-base. A partir dêste valor, que, de início, poderá ser, por exemplo, de $15, ou mesmo de $12, poderá estabelecer-se uma tarifa degressiva, monómia ou polinómia, para aplicar aos consumidores em geral, e outra que atenda às horas de utilização da corrente, para aplicar aos consumidores com instalações de fôrça motriz, que só necessitem de corrente fora das horas de maior consumo.

Por um lado, fomentar-se-á o desenvolvimento das aplicações da electricidade e, por outro, com a electrificação económica das indústrias, deverão melhorar-se os factores de carga e utilização da central.

Com os encargos provenientes da reparação, conservação e *ampliação* das rêdes de distribuïção e de iluminação pública, acrescidos do preço de custo do kWh nas barras da central, e nas bases atrás indicadas, a cada kWh produzido correspondeu, em 1938, a importância de *Esc. $05,2*.

Levando tôdas as despesas à conta dos consumidores ligados à rêde (excluindo dêste número a própria Central Eléctrica, a rêde de iluminação pública e os restantes serviços municipais), a cada kWh realmente consumido pelos consumidores correspondeu a importância de *Esc. $14*. Êste seria o preço médio unitário, por que a Câmara poderia ter vendido a energia eléctrica, durante 1938, com salvaguarda de todos os encargos de produção e distribuïção, inclusivé aumentos da rêde. Contudo, o preço unitário médio de venda foi de *Esc. $18*.

Mostram estes números que, mesmo nas condições actuais, a energia eléctrica poderia fornecer-se ao público a um preço bastante mais módico.

Razões de ocasião, como seja a da actual impossibilidade de fornecimento, durante as horas de ponta, da energia que seria pedida, após a redução sensível do preço de venda do kWh, aconselham, no entanto, a manter as condições actuais, até que a nova central seja posta em laboração.

9) — Destino das actuais máquinas

Não sendo aconselhável, nem técnica nem econòmicamente, a ampliação da actual central, com máquinas do mesmo tipo, foram consideradas as seguintes hipóteses:

a) — Abandono das actuais máquinas.

b) — Seu aproveitamento, durante um período transitório.

c) — Seu aproveitamento, como máquinas de reserva, adaptando-lhe alternadores.

d) — Idem, empregando uma comutatriz, para transformar a corrente contínua em alternada; ou um conversor de vapor de mercúrio ou comutatriz, para a transformação inversa, no caso de se pretender manter ainda a corrente contínua por mais alguns anos.

a) — Esta hipótese só é aconselhável, no caso de haver possibilidade de construir já a central completa, de fazer a transformação imediata de tôda a rêde de distribuïção e se houver também facilidade em vender as máquinas a gás, em boas condições de preço.

b) — No caso de a transformação de todo o sistema ter de ser realizada por fases, servirão estas máquinas, durante um período transitório, para alimentação das zonas não transformadas.

Finda esta transformação, deverão estar concluídas as instalações da nova central e

poderão, naturalmente, ser vendidas as máquinas a gás.

c) e *d*) — O seu aproveitamento como máquinas de reserva exigiria a substituïção dos dínamos por alternadores, ou o emprêgo de uma comutatriz ou de um conversor de vapor de mercúrio.

Nenhuma destas soluções é aconselhável, não só porque a aquisição e instalação de tais máquinas ainda é dispendiosa — £ 2.000 a 3.000 —; porque o arranque dos motores a gás não é rápido, desde que os gasogéneos não estejam em carga, o que obrigaria a tê-los sempre a funcionar; porque não constituem reserva suficiente para corresponder a um grupo de 600, 700 ou mais kW; mas também porque tal medida tenderia naturalmente a provocar o arrastamento do problema, que só seria prejudicial aos interêsses da cidade e até da própria entidade exploradora.

Está, portanto, naturalmente indicado que o seu aproveitamento para apoio da rêde geral da cidade se limite ao período de transformação de todo o sistema.

Resumo e Conclusões

— Tipo de máquinas aconselhado: *Turbo-alternadores.*

— Potência normal de cada grupo: *600 a 800 kW.*

— Número de grupos: 2.

— Tipo de corrente: *Alternada,* trifásica, de 50 períodos por segundo.

— Tensão de distribuïção: *220/380 V.*

— Edifícios: tipo de construção «metálica», previsto para ampliação fácil.

— Local de instalação: zona compreendida entre o bairro do Caminho de Ferro e os depósitos da Shell, ou além dêstes, próximo da linha férrea.

— Sub-estação de distribuïção: edifício da actual central, ou junto desta.

— Linha de transporte da central para a sub-estação de distribuïção: deverá ser totalmente subterrânea, ou pelo menos, o trôço que atravessar a zona urbanizada.

— Destino das actuais máquinas: devem servir durante o período de transformação dos sistemas de produção e distribuïção; depois, convém vendê-las.

— Água de alimentação das caldeiras: torna-se necessário fazer pesquisas de água nas imediações do local destinado à instalação da central; e mais longe ainda, caso aí não a haja em condições satisfatórias.

No caso de se adquirir primeiro um só grupo, o seu custo, incluindo fundações e edifícios, não deve ir além de £ 25.000.

Mas o terreno e os edifícios deverão ser já previstos para a instalação completa da central.

Com a linha de transporte até à sub-estação e as despesas imediatamente necessárias, para adaptar parte da rêde à corrente alternada, poderia, sendo possível, destinar-se a verba de £ 30.000, importância que deverá ser suficiente para a execução duma primeira fase de transformação.

*
* *

Para concluir, devemos dizer que a um empreendimento desta natureza e importância, deve corresponder uma organização capaz de permitir o controle completo das condições de exploração e possuir os meios de acção próprios a uma exploração industrial: — contabilidade devidamente organizada; criação de fundos de reserva, para reparação, conservação e ampliação; melhoria das condições de trabalho, etc.

Será esta a melhor forma de conseguir o melhor rendimento do sistema, ao mesmo tempo que de dotar a Beira duma central e duma rêde de distribuïção, que satisfaçam às suas necessidades e correspondam também às suas possibilidades.

Central Eléctrica da C. M. B., Agôsto de 1939.

Medição de caudais por meio do Canal Venturi ou medidor de caudal por meio de ressalto

PELO ENG. CIVIL (I. S. T.) A. ABECASIS MANZANARES
BOLSEIRO DO I. A. C.

Um problema que aparece muito freqüentemente na prática, que o engenheiro deve resolver da forma mais simples e económica é medir, o mais exactamente possível e evitando mistificações, o caudal transportado por um dado canal, medição que nunca deve deixar de ter em vista as especiais condições da instalação a que pertence o referido canal.

Torna-se necessário muitas vezes, como seja: no caso de litígio de águas que obriguem a desviar determinado caudal, no caso de instalações diversas obrigando a caudal conhecido, no caso duma rêde de irrigação ou duma levada cujo caudal não deva ser superior a um valor determinado e noutros numerosos casos, fazer a medição do caudal e então: Quais as normas que o engenheiro deve seguir ao projectar qualquer instalação com êsse fim? Evidentemente deverá utilizar na medição uma instalação simples, sempre vantajosa sob o ponto de vista económico; fàcilmente convincente, de maneira a evitar dúvidas e discussões por parte dos possíveis fruentes; não possuindo órgãos móveis ou partes delicadas, com vantagem da conservação; finalmente, sob o ponto de vista hidráulico e de facilidade de medição é de tôda a conveniência que o caudal medido seja função duma única variável.

Suponhamos, como primeira hipótese, que se trata dum canal com secção regular e declive constante, mantendo-se a primeira ao longo de todo o seu percurso; suponhamos ainda que a superfície livre, paralela ao fundo do canal, conserva o paralelismo para diversos caudais e alturas de água correspondentes, também diferentes; neste caso, é evidente que bastaria exprimir o caudal em função da altura da água no canal, traçar o diagrama correspondente, ou curva de vazão, e por uma simples medição de comprimento (altura da água), obter o caudal desejado por intermédio do diagrama. Mas sob o ponto de vista prático será êste processo tão simples e exacto como parece à primeira vista? A hipótese de que nós partimos foi a dum canal regular e com movimento uniforme e nós sabemos que ao fim de algum tempo de funcionamento, quer pela erosão mais ou menos acentuada das paredes, quer por incrustações nestas ou pelo aparecimento de ervas aquáticas, aquelas condições não se mantêm, introduzindo desta forma um grave factor de alteração na nossa medição; além disso o perfil da superfície livre da água, que nós supuzemos constantemente paralelo ao fundo, deixará de o ser, influenciado pelo regolfo, sempre que, mesmo em condições quási teóricas, êste se produza por qualquer circunstância.

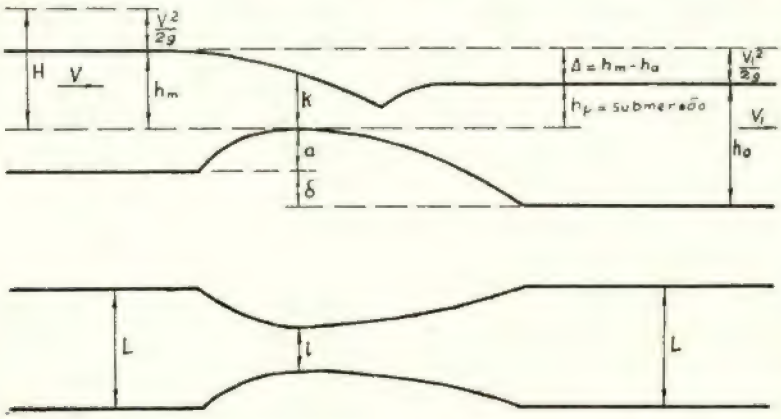
Como segundo método de medição, mais geral e muito vulgarmente empregado, encontra-se a utilização de descarregadores, de qualquer dos diversos tipos conhecidos (Bazin, Cipolletti, triangulares, etc.). Todos êles têm o inconveniente da determinação preventiva e nem sempre segura dos coeficientes de vazão e da sua variação para as diferentes alturas de água a montante; não tendo em conta êste inconveniente, os descarregadores são úteis para pequenas medições, mas não podemos dizer a mesma coisa quando os caudais a medir são duma certa importância. Neste caso temos duas ordens de inconvenientes: o primeiro consiste no elevado custo duma instalação do género e na relativa pouca precisão das suas medições, o segundo e mais importante, na necessidade de dispor de desnível suficientemente grande para o seu funcionamento,

o que implica a sua proïbição para canais já construídos onde se queiram instalar aparelhos de medição, assim como em canais destinados a fornecer água para centrais hidro-eléctricas nos quais cada centímetro de desnível ou perda de altura representa um sensível prejuízo para a economia de exploração da central; suponhamos ainda que o canal se encontre numa zona baixa ou plana destinada a irrigação e em que os desníveis do terreno sejam muito pequenos: estas condições, que aparecem muitas ou a maior parte das vezes na prática, são tais que a própria implantação dos canais para a irrigação se torna difícil e então compreende-se bem, como seja difícil, ou mesmo impossível, prever um desnível relativamente grande para o funcionamento dum descarregador.

Tendo visto anteriormente os inconvenientes dos processos mais vulgarmente empregados, vamos referir-nos a outro método, não gozando daqueles inconvenientes e que tem sido aplicado com bastante êxito. Chamaremos a êste novo medidor Medidor de caudal por meio do ressalto e não Canal-Venturi como alguns o chamam guiados pela sua forma, com estreitamento inicial e alargamento posterior, porque o seu funcionamento não tem nada de comum com o aparelho denominado Venturímetro.

O medidor de caudal por meio de ressalto tem inúmeras vantagens e pode-se dizer que quási nenhum inconveniente em relação aos outros processos de medição, assim: tem possibilidade de funcionar com mínima ou nula perda de altura, o que é muito importante, quer em terrenos planos, quer em canais para uso industrial, quer em canais já existentes nos quais se deva instalar um medidor; responde perfeitamente ao fim para que foi destinado; não tem órgãos delicados e finalmente, o que é importantíssimo, não exige prévia determinação de coeficientes como acontecia com os descarregadores (aferição). Êstes medidores são semi-modulares, quer dizer o caudal não depende do nível a juzante que pode ser qualquer, contanto que não atinja um máximo para o qual o ressalto se desloca para montante alterando as condições de funcionamento, mas sim única e simplesmente do nível a montante, evitando desta maneira tôda possível mistificação.

Consideremos a figura junta e as seguintes grandezas nela indicadas:



L = largura do canal a montante e juzante.
l = largura do medidor.
r = l/L = relação das larguras.
K = altura crítica (mudança do caracter da corrente).
a = elevação da soleira do medidor em relação à soleira de montante.
δ = elevação da soleira de montante em relação à de juzante.
h_m = altura da superfície livre da água a montante sôbre a soleira do medidor.
$V/2g$ = altura devida à velocidade a montante.
H = altura da linha de energia a montante sôbre a soleira do medidor.
h_p = altura da água a juzante sôbre o medidor ou submersão.
h_o = $h_p + a + \delta$ = altura total da água a juzante.
$V_1/2g$ = altura devida à velocidade a juzante.

Estes medidores utilizam-se em canais com corrente lenta, quere dizer em que a velocidade $V < \sqrt{gh_o}$, que são em geral os normalmente empregados; o seu funcionamento baseia-se na propriedade de que sempre que uma corrente rápida se transforma numa corrente lenta se verifica ressalto; ora a corrente lenta antes de chegar ao medidor, ao encontrar neste um estrangulamento deve aumentar a sua velocidade para manter a lei da continuïdade que exprime a mudança de caudal por metro linear, e aumentando a velocidade aumenta ràpidamente o declive superficial e a corrente torna-se rápida; à saída do medidor, encontrando um alargamento, a velocidade da corrente diminui, transformando-se esta em corrente lenta e dando-se o ressalto que tínhamos previsto, ressalto que se conserva invariável não se deslocando para montante por a sua velocidade de translação ser inferior à velocidade da corrente rápida; só no caso da cota de água a juzante h_p atingir um valor limite h_{pmax} correspondente à velocidade do ressalto igual ou maior que a velocidade da corrente é que êste se deslocará alterando o regime estabelecido; quere dizer o medidor fornecerá um caudal Q independente da cota da água a juzante desde que seja $h_p \leq h_{pmax}$.

Neste tipo de medidor podemos considerar casos particulares:

1.º) $\delta = 0$ p. ex. medidor instalado num canal preexistente.

2.º) $a = 0$ medidor sem soleira, é o que dá menor perda de carga, preferível portanto para instalações industriais.

3.º) $r = 1$ o estreitamento da secção é só devido à soleira e não às paredes laterais, na sua forma será semelhante a um descarregador mergulhado.

Ao fazer o estudo dêste medidor, podemos supor que a relação da fôrça viva efectiva para a fôrça viva de uma corrente idêntica cujos filetes tivessem todos velocidade igual à velocidade média, relação que chamaremos α e que é em geral superior à unidade, é sensìvelmente igual a um: $\alpha = \sim 1$.

Sabemos que a altura crítica K é dada pela seguinte fórmula:

$$1) \qquad K = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g\,l^2}}\,.$$

As expressões que nos permitem calcular o processo hidráulico são as seguintes, relacionando o valor de K com a altura da água a montante e respectiva velocidade:

$$2) \qquad H = h_m + \frac{v^2}{2\,g} = \frac{3}{2}\,K.$$

A expressão que nos dá o caudal em função de K é

$$1') \quad Q = l\,\sqrt{g}\,K^{3/2} \quad \text{ou} \quad 1'') \quad Q = l\,K\,\sqrt{g\,K}$$

Conhecendo K e entrando com o seu valor nas fórmulas anteriores tínhamos achado o valor do caudal que era o que desejavamos, mas compreende-se imediatamente, que mesmo que a posição da secção, na qual deveríamos medir K, fôsse bem determinada, o que não acontece na prática, as oscilações de nível sofridas pela veia líquida nessa secção seriam de tal ordem a não permitir uma medição de K com o necessário rigor; resta-nos então recorrer à medição de outra entidade mais fácil e exactamente apreciável; ora, essa medição não é difícil e referindo-nos a altura da água a montante, h_m, com a qual K está relacionada por fórmulas simples, que mais adiante veremos, o valor do caudal virá dado por:

$$1''') \qquad Q = \mu\,l\sqrt{2\,g}\,h_m^{3/2}$$

Esta expressão é formalmente idêntica à que nós conhecemos para os descarregadores. Qual é então a diferença entre elas? A diferença essencial e a incontestável vantagem dêste método é que neste caso o valor de μ não é como nos descarregadores, um coeficiente determinado pràticamente, e nem sempre exacto, mas, sim, é um valor exacto deduzido teòricamente sem intervenção da experiência.

Vamos fazer rápida e esquemàticamente a dedução do valor de μ.

Ora, sabendo nós que o caudal é igual à velocidade pela secção, $Q = \omega \times v$, pode-

mos escrever a velocidade a montante da seguinte forma:

$$2''')\quad V = \frac{Q}{L\,(h_m + a)} = \frac{r}{1 + \dfrac{a}{h_m}} \times \frac{Q}{l\,h_m}\ .$$

Substituindo êste valor da velocidade em 2) temos:

$$2')\quad H = h_m + \frac{r^2}{\left(1 + \dfrac{a}{h_m}\right)^2} \times \frac{Q^2}{2\,l^2\,h_m^2\,g} =$$

$$= h_m + \frac{r^2}{\left(1 + \dfrac{a}{h_m}\right)^2} \times \frac{K^3}{2\,h_m^2} = \frac{3}{2}K$$

em virtude da fórmula 1)

Agora para facilidade de cálculos chamemos:

$$\begin{cases} A = \dfrac{\left(1 + \dfrac{a}{h_m}\right)^2}{r^2} \\ Z = \dfrac{K}{h_m} \end{cases}$$

Divídamos a fórmula 2') por K, obtemos:

$$\frac{h_m}{K} + \frac{1}{2\,A}\,\frac{K^2}{h_m^2} = \frac{3}{2} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{Z} + \frac{1}{2\,A}\,Z^2 = \frac{3}{2}$$

da qual desembaraçando denominadores e passando tudo para o primeiro membro obtemos:

$$2'')\qquad Z^3 - 3\,A\,Z + 2\,A = 0$$

equação da qual conhecido A podemos tirar o valor de Z.

A marcha normal do nosso trabalho será: achar o valor de h_m fácil de obter por simples medição, e a partir dêle obter A; conhecido A e introduzido o seu valor em 2'') obtemos o valor de Z correspondente a uma das raízes dessa equação. A equação tem duas raízes positivas, como se descobre fàcilmente formando o seu discriminante ou resultante, destas duas raízes positivas só nos interessa a menor pelo facto de tratar-se de passagem duma corrente de tipo lento para tipo rápido. Resolvendo a equação pelas fórmulas resolventes e transformando trigonomètricamente o valor obtido temos, chamando Z_1 a raiz que nos interessa:

$$Z_1 = 2\sqrt{A}\,\cos\frac{\pi + \text{arc cos}\,A^{-1/2}}{3}$$

Ora: $K = Z_1 \times h_m$ e comparando as fórmulas 1') e 1'') obtemos dividindo:

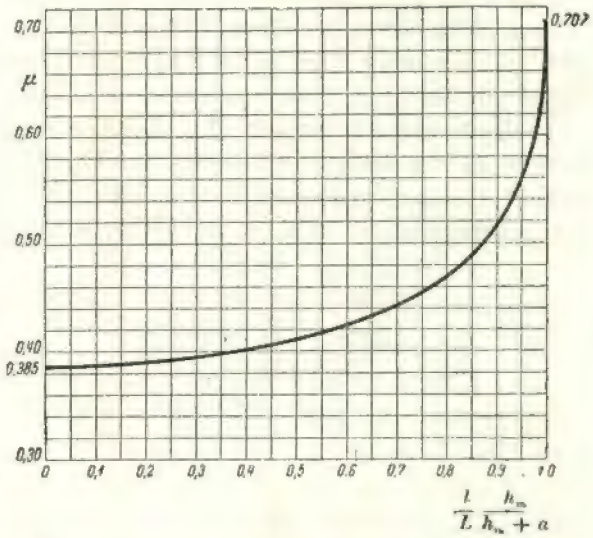
$$1 = \mu\sqrt{2}\left(\frac{h_m}{K}\right)^{3/2} = \mu\sqrt{2}\,\frac{1}{Z_1^{3/2}}$$

donde

$$\mu = \frac{Z_1^{3/2}}{\sqrt{2}}$$

e substituindo Z_1 pelo seu valor anteriormente achado:

$$\mu = 2\left[\frac{h_m + a}{r\,h_m}\right]^{3/2} \cos^{3/2}\frac{\pi + \text{arc cos}\,\dfrac{r\,h_m}{h_m + a}}{3}$$



Valores de μ no medidor, utilizando o ressalto

No caso particular de se tratar dum medidor sem soleira, $a = 0$, vem para valor de μ

$$\mu = 2\left(\frac{1}{r}\right)^{3/2} \cos^{3/2}\frac{\pi + \text{arc cos}\,r}{3}$$

valor muito fácil de calcular uma vez para sempre; no caso do estreitamento tomar os valores $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$ vem para μ:

$r = 1/3 \qquad \mu = 0{,}397$
$r = 1/2 \qquad \mu = 0{,}409$
$r = 2/3 \qquad \mu = 0{,}434$.

Uma vez chegados a esta altura é necessário fazer uma advertência: nós fizemos neste estudo a hipótese de que $\alpha = 1$, o que não acontece na realidade, tendo α um valor ligeiramente superior, motivo pelo qual estes valores de μ, teòricamente deduzidos vêm afectados dum coeficiente de inexactidão; o valor do μ efectivo ou real oscila entre 0,96 a 0,99 do valor de μ teórico; podendo adoptar-se:

$$\mu_e = 0{,}98\ \mu$$

Uma limitação que dissemos existia para êste tipo de medidores era a altura máxima que o nível de água a juzante contado sôbre o nível da soleira, ou submersão, podia ter sem que o funcionamento normal fôsse alterado; êste valor máximo que eu chamarei $h_{p\,max}$ pode determinar-se por via teórica, por comparação das velocidades de translação do ressalto e da corrente rápida, mas é melhor achá-lo experimentalmente; encontra-se um limite que é bastante elevado, assim $h_{p\,max}$ é pelo menos igual a $7/6$ de K ou comparando-o com o nível h_m a montante é pelo menos igual a $4/5$ dêste, quere dizer:

$$h_{p\,max} > \left(1 + \frac{1}{6}\right) K \qquad h_{p\,max} > 0{,}8\ h_m$$

Destas considerações se deduz que êste tipo de medidor funciona com um desnível total ou perda de altura muito pequena, e em todo caso, incomparàvelmente inferior àquela com que deveríamos contar dispondo duma medição por descarregador. Podemos então dizer que o medidor de caudal utilizando o ressalto é aquele que por tôdas as suas características e, principalmente, por não carecer da determinação de coeficientes, é o que melhor se adapta ao maior número dos casos que aparecem na prática.

Poderíamos ainda estudar outros detalhes do seu funcionamento e dimensões mais convenientes para aplicá-lo quer a canais já preexistentes, isto é, em que $\delta = 0$, quer inserindo-o num canal de construção nova, no qual se possa sacrificar um maior desnível.

Bibliografia:

L'Energia Elettrica — Janeiro e Maio de 1936 — Contesini e de Marchi; Março-1937 — De Marchi e Calderini.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

Relatório da Direcção da "Técnica" no ano lectivo de 1938-1939

Durante a nossa direcção a «Técnica» entrou no seu XIV ano.

Sentímo-nos orgulhosos por termos trabalhado para ela durante o ano lectivo findo. É com saüdade que a deixamos entregue à nova direcção: saüdade por termos deixado a Escola onde a *Técnica* nasceu, mas também satisfação, por termos podido oferecer à *Técnica* a nossa amizade.

De ano para ano, a dedicação e boa vontade de tôdas as direcções que denodadamente têm trabalhado para a *Técnica* desde os seus tempos difíceis têm feito com que ela progrida de maneira acentuada.

Folheando uma colecção da revista podem avaliar-se, se bem que superficialmente, as dificuldades que tiveram de vencer aqueles que antes de nós tanto trabalharam pela *Técnica*.

Pequenas foram as nossas dificuldades comparadas com as passadas. Deve-se isso, em grande parte, à continuïdade mantida através das direcções, com a qual se têm conseguido atenuar os inconvenientes que provêm da falta de uma direcção permanente.

A desafogada situação económica da *Técnica*, sem a qual não poderíamos fazer o que fizemos, não teria sido possível se antes de nós, todos os nossos antecessores não tivessem por ela trabalhado com grande dedicação.

Fundada e dirigida por estudantes do I. S. T., a *Técnica* traduz bem claramente as qualidades de trabalho e perseverança dos alunos desta Escola.

Procurou-se dentro do possível que a revista saísse com relativa regularidade; cumpriu-se em parte, êsse desideratum, pois cada número foi distribuído dentro do mês a que dizia respeito.

É, já, no entanto, um prémio compensador chegar-se ao fim dos 9 números publicados e ver-se que, embora com algumas canseiras, se conseguiu que a *Técnica* fizesse alguns progressos.

Durante a nossa direcção quisémos, por acharmos ser êste o melhor caminho a seguir, fazer com que aparecessem na revista artigos de natureza exclusivamente técnica, artigos dos quais os alunos, futuros engenheiros, e todos os assinantes, alguns ensinamentos pudessem tirar vendo como na vida prática se resolvem certos problemas.

Algumas repartições públicas compreenderam o nosso intento e, gostosamente reconhecemos que os nossos assinantes aprovaram esta orientação o que provou não termos errado ao pensarmos daquêle modo.

Verificando já alguma coisa se ter conseguido neste campo, esperamos que num futuro próximo mais se possa obter para que o nome da revista, seja justificado inteiramente.

Já a direcção anterior tinha pensado em alargar a actividade da *Técnica* promovendo a realização de conferências sôbre assuntos que directamente interessassem ao engenheiro.

Tivemos a honra de encetar êste ramo de actividade da revista com a lição efectuada pelo prof. Doutor Marcelo Caetano, subordinada ao título «Cooperativismo e Técnica», tema que S. Ex.ª desenvolveu com enorme facilidade, suma elegância e grande brilhantismo.

Não foi sem pezar, atendendo ao entusiasmo despertado por esta primeira conferência, que nos vimos impossibilitados, por múltiplas razões, de mais algumas conseguir ver efectuadas; não faltaram boas vontades e auxílios, mas os afazeres de alguns e os nossos trabalhos escolares limitaram muito as épocas possíveis de realização de outras conferências.

Partidários do pouco mas bom, esperamos que as futuras direcções da *Técnica,* não descurando esta facêta da actividade da revista, nos proporcionem ocasião de, novamente, nos sentarmos nas bancadas da nossa Escola.

Fizemos por promover um maior desenvolvimento das várias secções da *Técnica.* Foi assim que conseguimos uma vasta colaboração nacional e estrangeira, que nos permitiu publicar 381 páginas de artigos, em 9 números, isto é, mais algumas que no ano anterior, no qual mais se começou a sentir êste progressivo aumento.

Procurou-se, sempre que possível, melhorar o aspecto gráfico da revista, inserindo mapas, gráficos e fotografias com profusão.

Publicou-se algumas vezes a *Técnica* com maior número de páginas que o habitual, para se evitar distribuir por vários números alguns artigos mais extensos.

Conseguimos mais algumas permutas com revistas estrangeiras, das quais citamos as seguintes que mostram bem a expansão da *Técnica:*

«Radio e Televisione».....	Itália
«Technika»	Hungria
«Revista de Caminos».....	Chile
«Revista Tecnica».....	Venezuela

A nossa biblioteca continuou a ser enriquecida com as revistas permutadas e com alguns volumes oferecidos; prosseguiu-se a encadernação de livros e revistas.

Foi-nos grato termos tido ocasião de publicar o n.º 100 da *Técnica.* Quisemos, que, embora longe de ser um número especial, êle representasse mais do que qualquer outro número da revista. Assim nêle ficaram registados artigos do director da Escola, de professores, amigos e antigos directores da *Técnica.* Abriu êsse número, tal como já o tinha feito, em Dezembro de 1925, quando a revista apareceu, o sr. Eng. Fernando de Sousa, amabilidade que aqui registamos e agradecemos, de novo, gostosamente.

Antes de apresentarmos alguns números que melhor mostram os resultados da orientação dada à *Técnica,* não queremos deixar de citar a actividade da Secção Fotográfica dos Alunos do I. S. T. Criada no ano anterior, por a direcção da *Técnica* reconhecer a necessidade da sua existência, embora independente da revista, não esqueceu o seu fim: colaborar intimamente com ela. Auxiliou-a, enriquecendo o seu arquivo com uma boa documentação de trabalhos de engenharia.

Ao fechar o ano lectivo a Secção Fotográfica levou a efeito a sua 1.ª exposição de fotografias, para a qual a *Técnica* ofereceu dois prémios: o 1.º da categoria técnica e o 2.º da categoria artística.

É de esperar que no próximo ano seja ainda mais concorrida a exposição, que no 1.º ano da sua realização tanto honrou a nóvel secção dos alunos do I. S. T.

QUADRO I

AUTORES	Número de artigos				Número de páginas				Em %			
	1935-36	1936-37	1937-38	1938-39	1935-36	1936-37	1937-38	1938-39	1935-36	1936-37	1937-38	1938-39
Professores e Assistentes	9	7	23	19	81	61	190	126	26,6	21,6	50,8	33,0
Engenheiros I. S. T.....	5	8	3	13	35	72	27	119	11,5	25,6	7,2	31,2
Alunos I. S. T.	5	17	4	5	104	87	10	16	34,1	30,8	2,6	4,2
Engenheiros (outras escolas)	2	4	13	8	27	35	142	104	8,8	12,4	37,9	27,3
Outros colaboradores ...	4	6	—	—	18	23	—	—	5,9	8,2	—	—
Artigos não assinados...	1	4	3	5	3	4	5	16	1,0	5,9	1,5	4,2
Transcrições de disposições legais	1	—	—	—	37	—	—	—	12,1	1,0	—	—
	27	46	46	50	305	282	374	381	100,0	12,1	100,0	

Da consulta dos quadros junto, elaborados de maneira a poder ser feita uma comparação com os anos anteriores podemos tirar algumas conclusões.

O número total de páginas, incluíndo «Mundo Técnico» e «Notas Bibliográficas» foi de 428, distribuídas por 9 números o que dá aproximadamente 47 páginas por número.

A colaboração de professores e assistentes desceu um pouco, mas em compensação subiu de 7,2 % para 31,2 % a de engenheiros pelo I. S. T. A colaboração de alunos subiu ligeiramente de 2,6 % para 4,2 %, não falando na que se encontra dispersa na secção do «Mundo Técnico», elaborada sempre de maneira a equilibrar cada número da revista.

Como se pode ver no quadro II continua a acentuar-se a maior colaboração em Engenharia Civil e a conservar-se sensìvelmente estacionária a colaboração sôbre Electrotecnia.

aumento de receita se deve em grande parte à venda intensiva de tabelas e regulamentos, que não poderá manter-se por mais de 2 ou 3 anos.

Assentámos com a Direcção da Associação dos Estudantes do I. S. T., em fixar mais alto o preço por que cada revista é por ela adquirida, sem contudo se ter atingido o valor por que é fornecida ao assinante.

Se se tivesse êste ano, como seria para desejar, normalizado completamente a vida da Associação dos Estudantes e se se tivessem estudado com cuidado certas questões de interêsse vital, como seja estabelecimento de uma quota única e obrigatória para todos os alunos, no acto da matrícula, muito viria a beneficiar a Associação e com ela a revista.

Com respeito aos anunciantes, se êste ano algum acréscimo na receita se notou devido a êles, não compensou de nenhum modo o es-

QUADRO II

ASSUNTOS	Número de artigos				Número de páginas				Em %			
	1935-36	1936-37	1937-38	1938-39	1935-36	1936-37	1937-38	1938-39	1935-36	1936-37	1937-38	1938-39
Engenharia Civil	8	16	12	16	91	121	130	190	30,0	43,0	34,7	50,0
» Química	5	2	7	3	23	11	98	13	7,5	3,8	4,2	3,4
» de Minas ...	1	2	2	2	11	7	12	9	3,5	2,4	3,5	2,4
» Electrotéc.ca	1	3	14	9	6	13	90	84	2,0	4,3	24,6	22.0
» Mecânica. ..	—	5	3	—	—	72	18	—	—	23,5	4,8	—
Vários	12	18	8	20	174	58	26	85	57,0	21,0	6,2	22,3
	27	46	46	60	305	282	374	381	100,0	100,0	100,0	100,0

O mesmo se não pode dizer com respeito às outras especialidades. Para compensar a sua deminuïção que em alguns números mais se acentuou procurámos equilibrá-la com o «Mundo Técnico» respeitante a essas especialidades.

Apresenta êste ano a administração da revista um saldo de 25.021$36 o que, atendendo ao grande aumento de despesas, nos mostra as possibilidades que há de melhorar cada vez mais a *Técnica* aumentando o campo da sua actividade, pois que ao aumento de despesas, receitas compensadoras vieram contrabalançar. Não devemos esquecer também que êste

fôrço dispendido. Isto deve-se à indiferença de muitas empresas técnicas que não compreenderam, infelizmente, ainda, a vantagem que teriam em anunciar na *Técnica*. Como querem essas casas comerciais que os seus artigos sejam preferidos, que sejam conhecidas as suas especialidades, se nem mesmo os seus catálogos nos são enviados?

Grato, por outro lado, é ver a nítida compreensão de alguns anunciantes, de destaque no comércio e indústria, que reconhecendo os benefícios de uma boa propaganda dos seus artigos, mantêm com regularidade os seus anúncios na revista. Auxiliando a *Técnica*, distribuída aos seus assinantes no continente,

BALANÇO DA ADMINISTRAÇÃO DE 1938-39

RECEITAS

Saldo da administração anterior:		
Valor de compra de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936, no valor nominal de 10.000$00	9.660$00	
Depósito no Banco P. C. e Ilhas	159$50	
Dinheiro em Caixa	5.618$21	15.437$71
Cobrança de assinaturas		23.758$80
Publicação de anúncios		17.318$00
Venda de Revistas:		
Aos sócios da A. E. I. S. T.	6.680$00	
Avulso e colecções, directamente e por intermédio das livrarias	1.031$10	7.711$10
Publicações:		
Venda de «Tabelas de Resistência», separatas, etc.		8.557$10
Biblioteca:		
Venda de revistas inutilizadas		6$50
Títulos de Crédito:		
Juros de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936		350$80
Subsídios:		
Do I. S. T.	2.250$00	
Do I. A. C.	1.000$00	3.250$00
		76.390$01

DESPESAS

Composição da Revista:		
Tipografia	30.124$00	
Gravador	6.875$25	36.999$25
Publicações:		
Impressão de separatas		625$00
Correio:		
Avença	916$65	
Selos e registos	882$65	
Impressos de cobrança	136$40	
Telegramas	5$00	1.940$70
Biblioteca:		
Encadernações		765$00
Despesas Gerais:		
Ordenados do empregado e gratificações	8.420$00	
Transportes	380$80	
Desenhadores	258$50	
Artigos de papelaria e sua impressão	775$60	
Compra de números antigos da Revista	152$00	
Selos fiscais	131$80	
Subsídio à Secção Fotográfica do I. S. T.	175$00	
Comissão a angariadores	733$00	
Diversos	12$00	11.038$70
Saldo para a Administração seguinte:		
Valor de compra de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936, no valor nominal de 10.000$00	9.660$00	
Depósito no Banco P. C. e Ilhas	159$50	
Dinheiro em Caixa	15.201$86	25.021$36
		76.390$01

I. S. T., 20 de Outubro de 1939.

colónias e no estrangeiro, e pelos alunos do I. S. T. (futuros engenheiros), promovem o desenvolvimento das suas actividades, conseguindo que seja cada vez mais conhecido o nome dos produtos que anunciam.

Recebeu a *Técnica* o costumado auxílio financeiro do I. S. T. que, infelizmente, ainda não foi aumentado.

O Instituto para a Alta Cultura também com o seu apoio financeiro nos permitiu fazer face ao aumento de despesa proveniente da publicação das conferências de alguns professores estrangeiros, realizadas no I. S. T., facto que não podemos deixar de registar.

Para terminar, não queremos deixar de agradecer a todos os que com o seu precioso auxílio nos ajudaram a levar a bom termo a tarefa de que fomos incumbidos, a qual transmitimos agora, com saüdade, àquêles que nos seguem.

Esperamos que os Professores, Assistentes e Engenheiros desta Escola continuem a ser os primeiros a colaborarem na *Técnica*, ajudando-a com o carinho que até hoje nunca lhe tem faltado.

A todos os outros colaboradores tornamos extensivo êste convite e lembramos que a *Técnica* ao entrar no seu XV ano, continua a contar com êles.

Em resumo dissemos o que foi o nosso trabalho. Seguimos o lema: servir na *Técnica* a nossa Escola. Nesta passámos 6 anos que mais não voltam e que recordaremos com saüdade. Como engenheiros lembrar-nos-emos dela e seremos os seus mais dedicados amigos.

Que aquêles que nos seguem pensem como nós pensámos e como antes de nós as outras direcções o fizeram e a *Técnica* atingirá um nível que honrará a Escola.

Roberto Charters d'Azevedo
Pedro Arsénio Nunes
Carlos Krus Abecasis
Isabel Maria Gago
Artur Silva Marques
Manuel Reis de Carvalho

DO MUNDO TÉCNICO

O "Murus" — Nova pedra artificial de construção, de patente portuguêsa

Com o invento dêste material e do processo de construção a êle adequado, assegura o sr. Eng. Raúl Pires Ferreira Chaves, ter resolvido o problema da construção civil nas nossas províncias do Ultramar, em especial nas de Cabo Verde e Guiné, onde a deficiência de materiais e de mão de obra, faz rarear, por pouco económicas, as edificações duradouras e salubres.

Segundo a definição do seu inventor, o *Murus* é «uma pedra artificial de construção, fundamentalmente constituïda por material terroso de origem portuguêsa, com tendências monolíticas, consistente e resistente, de forma geométrica regular e definida pela perpendicularidade mútua de doze arestas e seis faces, algumas embelezadas ou não, maciça ou alveolada, represando grandes quantidades de ar ou plena de matéria isoladora das intempéries ou da propagação do som, estriada ou rebaixada em faces contíguas, de fácil ligação manual ou mecânica, de factível consolidação mútua por meio de simples armaduras metálicas, sem carência de numeroso pessoal e sem exigência de pessoal especializado, concorrendo tudo para um só *desideratum*: simplicidade, rapidez, embelezamento, comodidade e economia da construção civil».

A variedade de tipos destas pedras, conjugada com a sua fácil ligação, promete que com elas se construam ràpidamente todos os elementos de qualquer edifício com qualquer pessoal (dois homens, ao fim de uma semana de treino, podem fazer 10 a 12^{m2} de parêde por dia). A ligação das pedras pode até dispensar argamassa, nos edifícios térreos; nos grandes edifícios, ela faz-se por um processo análogo ao empregado nas chaminés muito elevadas, em betão armado.

A resistência mecânica do novo material e a facilidade de se isolar do calor e do som, permite-nos reduzir para 0^{m},20 a espessura das parêdes, que, em virtude do acabamento das superfícies, ficam dispensando embôço e rebôco.

Com estas qualidades e mais a de ser fabricado com matérias primas fàcilmente obtidas nas províncias ultramarinas, o *Murus* contribuïrá certamente para um mais rápido desenvolvimento da construção nestas províncias, que encontrava como principal entrave, exactamente a falta de um processo de construção económico.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Le clou dans la construction

2.ème edition, complètement revue

Por le Dacteur-Engenieur STAY et le Daucter--Engenieur FONROBERT

Traduit de l'allemand
Por le MICHEL RUBINSTEIN

Librairie Polytecnique Ch. Béranger — 1939
71 pg. — 30 frs.

Tinha por fim a 1.ª edição desta obra «pôr à disposição dos práticos uma instrução relativa ao emprêgo de ligações por meio de pregos, estabelecida segundo os resultados de pesquisas científicas indiscutíveis e uma experiência adquirida pela execução de construção». A importância que, na Alemanha, o plano quatrenial atribuíu à madeira, levou os autores a incluir, na 2.ª edição, indicações sôbre o modo de «chegar a grandes resultados com o emprêgo económico da madeira».

Em cumprimento dêste programa, dá-nos o livro uma série de indicações sôbre o número, secção, comprimento e disposição mais convenientes dos pregos, acompanhadas de tabelas auxiliares do cálculo e do método a seguir neste, e baseadas nos resultados de ensaios, que descreve, e pelos quais se compara também as ligações pregadas com as outras, resultando a comparação vantajosa para as primeiras.

São também indicadas as regras que o uso de pregos leva a introduzir no estudo da forma e construção dos sistemas triangulados, assim como, no caso particular das asnas, os tipos que constituem soluções mais económicas.

Completa o trabalho uma série de exemplos de cálculo e de realizações, alguns dêles com dados relativos ao consumo de material e de tempo, donde ressalta a grande vantagem das ligações pregadas sôbre tôdas as outras, pois permitem, sem prejuízo da resistência, realizar importantes obras em muito menos tempo e sem exigir grande perícia da parte do pessoal.

M. G.

Curso de Electricidade Prática

Por ROGÉRIO DE CASTRO E SILVA

1939

Editorial de Marinha

Temos presente êste interessante livro, cuja boa apresentação conquista os mais exigentes.

É um livro aconselhável, não só aqueles que já sabem alguma coisa de electricidade, mas também aos que querem iniciar-se no estudo de tão interessante ramo da Engenharia.

O livro reúne às qualidades dum livro de texto as dum manual, o que o torna útil não só ao estudante mas também ao profissional.

Os assuntos são bem apresentados e as figuras claras, o que facilita muito o estudo. Êle elimina, até certo ponto os inconvenientes do auto-didatismo. No fim de cada capítulo tem um questionário, de grande utilidade para o que estuda sòzinho, aquilatar do seu saber.

Começa o autor por nos dar algumas noções de mecânica, cuja utilidade, para o estudo dos capítulos seguintes é desnecessário encarecer.

Em seguida estuda os vários capítulos da electricidade e magnetismo, começando pela electrostática e passando à electrocinética e electromagnetismo. São também estudados os vários efeitos da corrente eléctrica e as suas aplicações mais correntes. Tem particularmente bem desenvolvida e bem exposta a parte tão importante, respeitante a máquinas eléctricas.

No final do livro são publicadas umas tabelas, bastante úteis para todos aqueles que dedicam o seu trabalho à electricidade.

Tem portanto o êxito assegurado, quanto a nós, o interessante livro do sr. Rogério de Castro e Silva.

Os nossos parabéns.

S. M.

Areias para Betão

Publicado pela Secil — 16 págs.

Neste pequeno folheto indica-se o modo como os construtores devem proceder para verificar se uma areia que desejam empregar nos seus trabalhos, é ou não adequada ao fim em vista. As diferentes operações necessárias a êsse fim, colheitas das amostras, determinação da argila e da matéria orgânica, composição granulométrica, determinação dos vazios, etc., são clara e concisamente descritas e ilustradas.

É uma publicação da Secil — Companhia Geral de Cal e Cimento, que a oferece a tôdas as pessoas que a solicitarem por intermédio da «Técnica».

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Professor Oliveira Salazar's record — Tomaz Wylie Fernandes — Edição da S. P. N.

Conferência da Liga Portuguêsa de Profilaxia Social — 4.ª série — Pôrto, 1939.

Publications du Laboratoire de Physique de l'Université de Coimbra — C. Ferrer Moncada — Estudos sôbre o gerador assíncrono auto-excitado — Tipografia Atlântida — Coimbra, 1939.

Raman Effected of Concentrated Electrolytic Solutions — A. da Silveira — Reprirted from «The Journal of Chemical Physics», U. S. A., May de 1939.

Reflexões Matemáticas sôbre o Mecanismo das Reacções Químicas — José Leite Lopes — Imprensa Industrial — Recife, 1939.

Quentura sadia. Friagem doentia — Dr. Samuel Maia.

Publicações das «Actualités Sccientifiques et Industrielles» — Hermann et C.ie, Éditeurs, Paris.

579 — **Vues Actuelles sur le Problème de l'Alimentation** — L. Randoin.

583 — **La Base Chimique et Structurale de la Vision** — S. Hecht.

601 — **Les Propriétés des Hormones Sexuelles** — E. C. Dodds, R. Courrier, R. Deanesly, F. Caridroit, A. S. Parkes.

602 — **Ovulation, Menstruation, Gestation** — E. Allen, S. Zuckerman, G. Hartman, L. Hisaw, M. Klein.

603 — **L'Hypophyse** — A. E. Swesinghans, Ph. E. Smith, P. Ancel, S. Aschheim, F. G. Young.

604 — **Régulations générales. Influence des Facteurs Nerveux et Externes** — F. H. A. Marshall, R. Collin, J. Benoit, L. Desclin, L. Brouha.

605 — **Pathologie. Toxicité. Antihormones. Caucer** — H. Selye, M. Aron, J. W. Rowlands, Ch. Hamburger, Mc. Enen.

625 — **Régulation Neurohormonale du Métabolisme des glucides, lipides et protides** — E. Burckard e Ch. Kayser.

693 — **Stude historique sur le principe de la moindre action** — Pierre Brunet.

703 — **L'Analyse chromatographique et ses applications** — Harry Willstaedt.

704 — **Le princepe de correspondance et les interactions entre la Matère et le Rayonnement** — Louis de Broglie.

709 — **Études sur l'Écoute des sources sonores éloignées** — Aloys Rey.

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS

PORTUGAL

A ARQUITECTURA PORTUGUÊSA E CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Junho e Agôsto de 1939.

A INDÚSTRIA DO NORTE — Maio-Junho e Julho-Agôsto de 1939.

BOLETIM DA COMISSÃO DA FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS DE ABASTECIMENTO DAS ÁGUAS A LISBOA — N.º 14 — 1939.

BOLETIM DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — Julho, Agôsto, Setembro e Outubro de 1939.

BOLETIM DA JUNTA NACIONAL DE CORTIÇA — Junho, Agôsto e Setembro de 1939.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA — Maio-Junho e Julho-Agôsto de 1939.

BROTÉRIA — Julho, Agôsto, Sètembro e Outubro de 1939.

CLÍNICA, HIGIENE E HIDROLOGIA — Junho, Julho e Agôsto de 1939.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — 16 de Julho, 1 e 16 de Agôsto, 1 e 16 de Setembro e 1 de Outubro de 1939.

GIL VICENTE — Março-Abril e Maio-Junho de 1939.

INDÚSTRIA PORTUGUÊSA — Julho, Agôsto e Setembro de 1939.

NEPTUNO — Julho-Agôsto de 1939.

O INSTITUTO — N.º 3, 1939.

O MUNDO PORTUGUÊS — Agôsto e Setembro de 1939.

O SOLDADOR-CORTADOR — Julho 1939.

OCIDENTE — Agôsto, Setembro e Outubro de 1939.

RÁDIO-MOÇAMBIQUE — Junho-Julho de 1939.

REVISTA DA FACULDADE DE ENGENHARIA — Junho de 1939.

REVISTA AGRONÓMICA — N.º 2, 1938.

REVISTA DE ARTILHARIA — Abril, Maio e Junho de 1939.

REVISTA DOS CENTENÁRIOS — Julho e Agôsto de 1939.

SEARA NOVA — N.ºs 622 a 635.

ALEMANHA

EL PROGRESSO DE LA INGENIERIA — Agôsto Outubro de 1939.

REVISTA SIEMENS — N.º 3, 1939

REVUE AEG — 1938, N.º 4 — 1939, N.º 1

ARGENTINA

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES - INFORMACIONES — Junho e Julho de 1939.

LA INGENIERIA — Maio, Junho e Julho de 1939.

CIENCIA Y TECNICA - REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES DE INGENIERIA — Julho e Agôsto de 1939.

BÉLGICA

ARCOS — Julho e Setembro de 1939.

BULLETIN DE L'ASSOCIATION INTERNATIONAL DU CONGRÈS DES CHEMINS DE FER — Junho e Julho de 1939.

L'OSSATURE MÉTALIQUE — Agôsto e Setembro de 1939.

BRASIL

BOLETIM DO INSTITUTO DE ENGENHARIA — Maio-Junho de 1939.

BOLETIM DA REPARTIÇÃO E ESGÔTOS DE S. PAULO — Junho de 1939.

REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA — Maio e Junho de 1939.

REVISTA POLITÉCNICA — N.º 130

CHILE

REVISTA DE CAMINOS — Janeiro, Fevereiro Abril, Maio, Junho e Julho de 1939.

FRANÇA

LA CHRONIQUE DES MINES COLONIALES — 15 de Julho e 15 de Agôsto de 1939.

REVUE DE L'ALUMINIUM — Maio e Junho de 1939.

REVUE DU NICKEL — Julho-Agôsto de 1939.

LA TÉCHNIQUE SANITAIRE ET MUNICIPALE — Junho e Julho de 1939.

HUNGRIA

TECHNIKA — Junho e Julho de 1939.

ITÁLIA

ANNALI DEI LAVORI PUBLICI — Julho de 1939

L'ELECTROTECNICA — 25 de Junho, 10 e 25 de Julho, 10 e 25 de Agôsto e 25 de Setembro de 1939.

L'INGEGNERE — Julho, Agôsto e Setembro de 1939.

RÁDIO E TELEVIZIONE — Julho e Setembro de 1939.

SUÉCIA

ASEA-REVUE — Julho-Setembro de 1939.

SUÍÇA

REVUE BROWN BOVERI — Junho e Julho de 1939.

SULZER — N.ºs 1 e 2, 1939.

LA SUISSE INDUSTRIELLE ET COMERCIALE — Julho-Agôsto de 1939.

VENEZUELA

REVISTA TECNICA — Junho de 1939.

ERRATA

No artigo «Ante-projecto da Central Eléctrica da Beira», a última linha da primeira coluna da página 448, deve passar para a segunda coluna imediatamente a seguir ao gráfico, para poder ler-se duma coluna para a outra: «de algumas indústrias importantes, com o possivel fornecimento de energia, etc.»

— No N.º 104, em «Notas Bibliográficas», pág. 427, 1.ª linha da 2.ª coluna, onde se lê: «comercialmente prático, «deve ler-se: «essencialmente prático».

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: MANUEL DUARTE GASPAR

ADMINISTRADOR: CARLOS KRUS ABECASIS

BIBLIOTECÁRIO: NUNO ABRANTES

CORPO REDACTORIAL: SEBASTIÃO MURTEIRA, FRANCISCO MARQUES MAIA, VASCO MENDES DE SOUSA

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CAVAN

Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO:

GALERIA DE PARIS, 42

TELEFONE **2254**

SOCIEDDE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

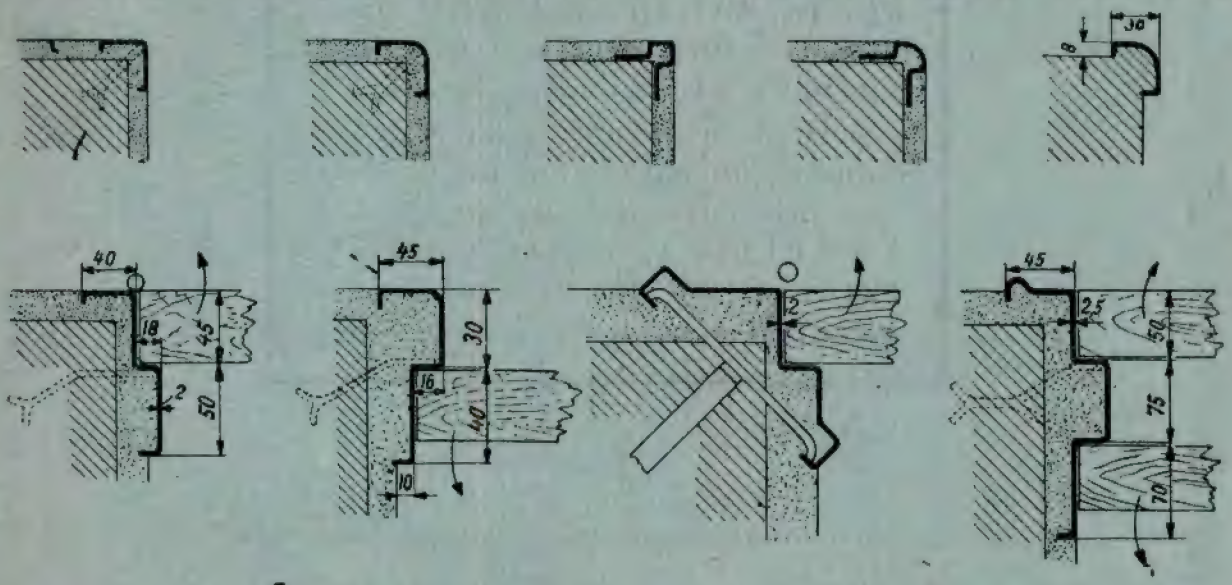
ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR



LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GÉNEROS DE TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

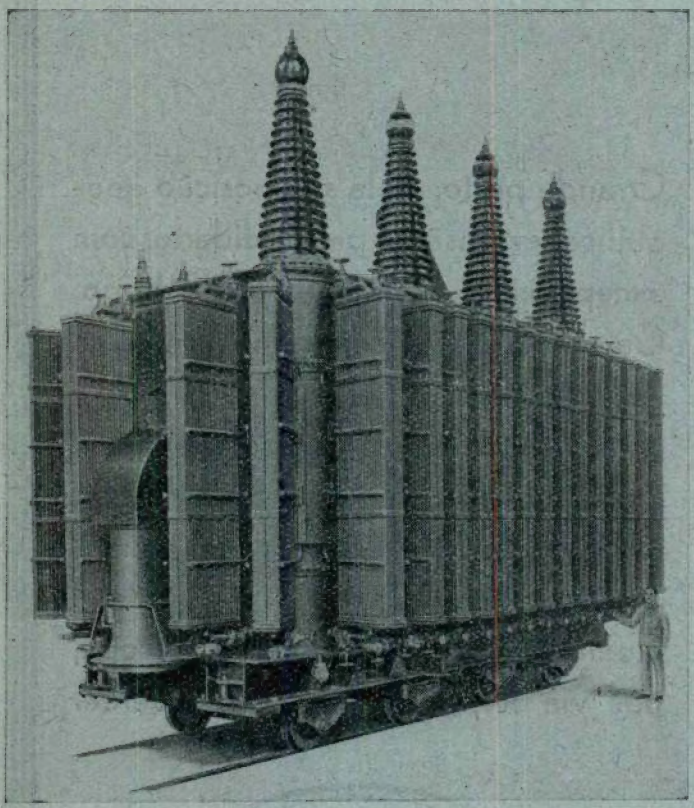
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Transformador trifásico Alsthom — 40.000 kVA, 228.700/8.800 volts

Motores e dinamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidroeléctricas. Electrificação de fábricas. Tracção eléctrica. Máquinas para soldadura eléctrica. Automotoras Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Máquinas frigoríficas. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc.

THOMSON GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA

Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

PÔRTO DE LISBOA

Grande pôrto, pela sua posição geográfica, extensão e profundidade, com excepcionais condições de abrigo.
Cais, docas e aparelhagem com abundância.
Estaleiros de construção e reparação de navios.
Movimento de navios e de mercadorias notável.
Comunicações com tôda a Europa, por via terrestre, marítima e aérea.

Dos grandes portos da Europa é o mais próximo dos Estados Unidos da América do Norte, da América Central, da América do Sul e da África Ocidental.

Engenheiros!
Arquitectos!
Proprietários!
Mestres de obras!
Donas de casa!

As nossas 12 fábricas de produtos cerâmicos espalhadas pelo País, produzindo do barro vermelho a porcelana estão ao vosso serviço, estando também ao vosso serviço os nossos depósitos de exposição e venda em

Porto, Lisboa, Coimbra, Braga, Faro, Portimão, Leiria, Algoz, Santarém, Setúbal e Funchal.

Sem verificardes os nossos novos preços e qualidades, não deveis comprar

Azulejos brancos, decorados e artísticos
Ladrilhos de Cimento
Louças Sanitárias
Porcelanas de mesa e para electricidade
Louças de Faiança para Mesa e Cosinha
Telhas e Tijolos
Mosaicos de Grez Cerâmico
Produtos refractários
Louças decorativas

Companhia das Fábricas Cerâmica Lusitânia

Sede: R. DO ARCO CEGO, 88 — LISBOA

DEPENDENCIAS DO PORTO

Fábrica: Quinta do Roriz — Monte do Seminário — Escritório: Rua José Falcão, 174
Dependências de Coimbra: Estação Velha — Loreto

E' DO VOSSO INTERESSE PREFERIR OS NOSSOS PRODUTOS

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

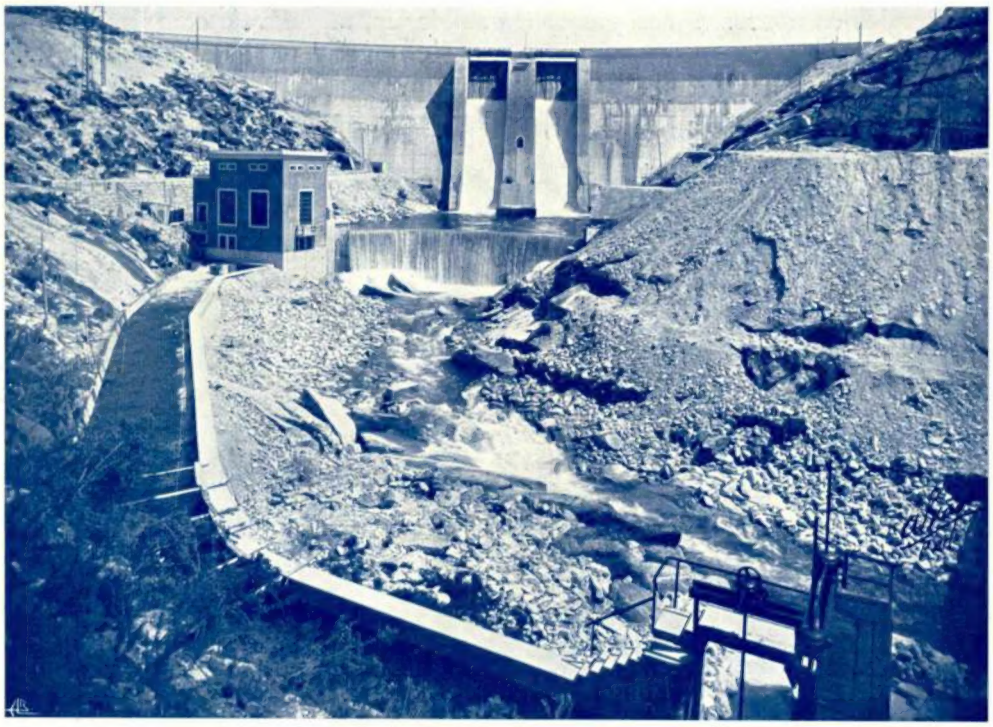
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua de Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.



Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira.
Na parte central, duas comportas automáticas, da casa construtora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias.
Em baixo, a central automática com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) e toda a parte eléctrica (alternador, transformador, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa Brown, Boveri & Cie.
Potência: 2750 cavalos.